Sui

ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie - Redactie :

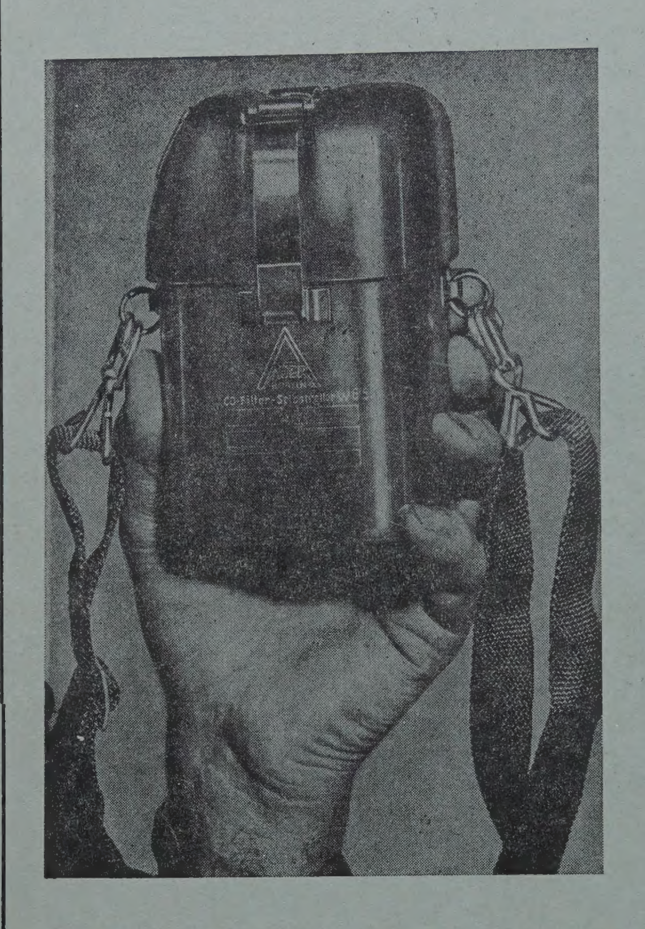
NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE EXTRACTIEBEBRIJVEN

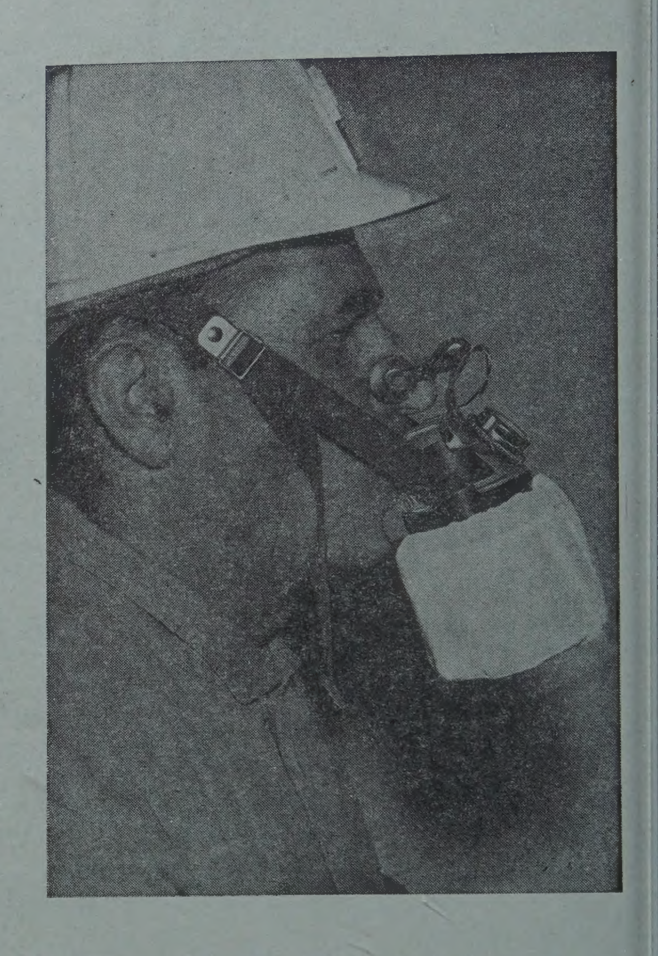
4000 LIEGE, Bois du Val Benoit, rue du Chéra — TEL. (04) 52.71.50

Renseignements statistiques. - Statistische Inlichtingen. — O. de CROMBRUGGHE : Simulation sur ordinateur du transport souterrain par locomotives. - Simulatie op een computer van het ondergronds vervoer met locomotieven. — G. COOLS : Risque d'électrocution par contact indirect. - Electrocutiegevaar door onrechtstreekse aanraking. — R. BERTAU et C. DELAUNOIS : Détermination des tensions de vapeur et du coefficient de dilatation des xylènes et des xylénols. — W. DUHAMEAU : Détermination du taux de matières volatiles. - Bepaling van het gehalte van vluchtige bestanddelen. — A. VANDENHEUVEL : Statistique sommaire 1970. - Beknopte statistiek 1970. — INIEX : Revue de lalittérature technique.

JUIN 1971 — Mensuel — N° 6 — Maandelijks — JUNI 1971


VDP





ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE EXTRACTIEBEDRIJVEN

4000 LIEGE, Bois du Val Benoit, rue du Chéra — TEL. (04) 52.71.50

Renseignements statistiques. - Statistische inlichtingen. — O. de CROMBRUGGHE : Simulation sur ordinateur du transport souterrain par locomotives. - Simulatie op een computer van het ondergronds vervoer met locomotieven. — G. COOLS : Risque d'électrocution par contact indirect. - Electrocutiegevaar door onrechtstreekse aanraking. — R. BERTAU et C. DELAUNOIS : Détermination des tensions de vapeur et du coefficient de dilatation des xylènes et des xylénols. — W. DUHAMEAU : Détermination du taux de matières volatiles. - Bepaling van het gehalte van vluchtige bestanddelen. — A. VANDENHEUVEL : Statistique sommaire 1970. - Beknopte statistiek 1970. — INIEX : Revue de la littérature technique.

JUIN 1971 Mensuel — N° 6 — Maandelijks **JUNI 1971**

COMITE DE PATRONAGE

MM. H. ANCIAUX, Inspecteur général honoraire des Mines, à Wemmel.
L. BRACONIER, Président-Administrateur-Délégué de la S.A. des Charbonnages de la Grande Bacnure, à Liège.
P. DE GROOTE, Ancien Ministre, à Bruxelles.
L. DEHASSE, Président d'Honneur de l'Association Houillère du Couchant de Mons, à Bruxelles.
M. DE LEENER, Administrateur-Délégué de l'Association des Centrales Industrielles de Belgique, à Bruxelles.
A. DELMER, Secrétaire Général Honoraire du Ministère des Travaux Publics, à Bruxelles.
N. DESSARD, Président d'Honneur de l'Association Charbonnière de la Province de Liège, à Liège.
A. HENSKENS, Président du Conseil d'Administration de la Fédération Professionnelle des Producteurs et Distributeurs d'Electricité de Belgique, à Bruxelles.
L. JACQUES, Président de la Fédération de l'Industrie des Carrières, à Bruxelles.
E. LEBLANC, Président d'Honneur de l'Association Charbonnière du Bassin de la Campine, à Bruxelles.
J. LIGNY, Président de l'Association Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre, à Marcinelle.
A. MEYERS (Baron), Directeur Général Honoraire des Mines, à Bruxelles.
G. PAQUOT, Président de l'Association Charbonnière de la Province de Liège, à Liège.
M. PERIER, Président de la Fédération de l'Industrie du Gaz, à Bruxelles.
P. van der REST (Baron), Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges, à Bruxelles.
J. VAN OIRBEEK, Président Honoraire de la Fédération des Usines à Zinc, Plomb, Argent, Cuivre, Nickel et autres Métaux non ferreux, à Bruxelles.
C. VESTERS, Directeur Général Honoraire de la « N.V. Kempense Steenkolenmijnen », à Houthalen.

BESCHERMEND COMITE

HH. H. ANCIAUX, Ere Inspecteur Generaal der Mijnen, t Wemmel.
L. BRACONIER, Voorzitter-Afgevaardigde-Beheerder va de N.V. « Charbonnages de la Grande Bacnure », t Luik.
P. DE GROOTE, Oud-Minister te Brussel.
L. DEHASSE, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Ko lenmijnen van het Westen van Bergen, te Brussel.
M. DE LEENER, Afgevaardigde-Beheerder van de Veren ging der Electrische Industriële Centrales van België, t Brussel.
A. DELMER, Ere-Secretaris Generaal van het Ministerie va Openbare Werken, te Brussel.
N. DESSARD, Ere Voorzitter van de Vereniging der Kolen mijnen van de Provincie Luik, te Luik.
A. HENSKENS, Voorzitter van de Bedrijfsfederatie de Voortbrengers en Verdelers van Electriciteit in Belgi te Brussel.
L. JACQUES, Voorzitter van het Verbond der Groeven te Brussel.
E. LEBLANC, Ere-Voorzitter van de Associatie der Kem pische Steenkolenmijnen, te Brussel.
J. LIGNY, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijne van het Bekken van Charleroi en van de Beneden Sam ber, te Marcinelle.
A. MEYERS (Baron), Ere-Directeur Generaal der Mijnen te Brussel.
G. PAQUOT, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmij nen van de Provincie Luik, te Luik.
M. PERIER, Voorzitter van het Verbond der Gasnijverhei te Brussel.
P. van der REST (Baron), Voorzitter van de « Groupemen des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges », te Brussel.
J. VAN OIRBEEK, Ere-Voorzitter van de Federatie de Zink-, Lood-, Zilver-, Koper-, Nikkel- en andere non ferro-Metalenfabrieken, te Brussel.
C. VESTERS, Ere-Directeur Generaal van de N.V. Kem pense Steenkolenmijnen, te Houthalen.

COMITE DIRECTEUR

MM. A. VANDENHEUVEL, Directeur Général des Mines, à Bruxelles, Président.
P. LEDENT, Directeur de l'Institut National des Industries Extractives, à Liège, Vice-Président.
P. DELVILLE, Directeur Général de la Société « Evence Coppée et Cie », à Bruxelles.
C. DEMEURE de LESPAUL, Professeur émérite d'Exploitation des Mines à l'Université Catholique de Louvain, à Sirault.
P. GERARD, Directeur Divisionnaire Honoraire des Mines, à Hasselt.
H. LABASSE, Professeur émérite d'Exploitation des Mines à l'Université de Liège, à Liège.
J.M. LAURENT, Directeur Divisionnaire des Mines, à Jumet.
G. LOGELAIN, Inspecteur Général des Mines, à Bruxelles.
P. RENDERS, Directeur à la Société Générale de Belgique, à Bruxelles.

BESTUURSCOMITE

HH. A. VANDENHEUVEL, Directeur Generaal der Mijnen, te Brussel, Voorzitter.
P. LEDENT, Directeur van het Nationaal Instituut voor de Extractiebedrijven, te Luik, Onder-Voorzitter.
P. DELVILLE, Directeur Generaal van de Vennootschap « Evence Coppée et Cie» te Brussel.
C. DEMEURE de LESPAUL, Emeritus Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Katholieke Universiteit Leuven, te Sirault.
P. GERARD, Ere-Divisiedirecteur der Mijnen, te Hasselt.
H. LABASSE, Emeritus Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Universiteit Luik, te Luik.
J.M. LAURENT, Divisiedirecteur der Mijnen, te Jumet.
G. LOGELAIN, Inspecteur Generaal der Mijnen, te Brussel.
P. RENDERS, Directeur bij de « Société Générale de Belgique », te Brussel.

ANNALES DES MINES
DE BELGIQUE

nº 6 — juin 1971

ANNALEN DER MIJNEN
VAN BELGIE

nr. 6 — juni 1971

Direction-Rédaction :
INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie-Redactie :
NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE EXTRACTIEBEDRIJVEN

4000 LIEGE, Bois du Val Benoit, rue du Chéra — TEL. (04) 52.71.50

Sommaire - Inhoud

Renseignements statistiques belges et des pays limitrophes.
Statistische inlichtingen voor België en aangrenzende landen 626

O. de CROMBRUGGHE : Simulation sur ordinateur du transport souterrain par locomotives.
Simulatie op een computer van het ondergronds vervoer met locomotieven 631

G. COOLS : Le risque d'électrocution par contact indirect lors de l'emploi dans la mine d'engins sujets à déplacements.
Electrocutiegevaar door onrechtstreekse aanraking bij het gebruik van aan verplaatsingen onderhevige toestellen in mijnen 677

R. BERTAU & C. DELAUNOIS : Détermination des tensions de vapeur et du coefficient de dilatation des xylènes et de xylénols, en fonction du taux de remplissage du réacteur 693

W. DUHAMEAU : La détermination du taux de matières volatiles suivant les anciennes et nouvelles normes belges.
De bepaling van het gehalte van vluchtige bestanddelen volgens de oude en nieuwe Belgische normen 705

A. VANDENHEUVEL : Statistique sommaire de l'exploitation charbonnière des cokeries, des fabriques d'agglomérés et aperçu du marché des combustibles en 1970.
Beknopte statistiek van de kolenwinning, de cokes- en de agglomeratenfabrieken en overzicht van de markt van de vaste brandstoffen in 1970 713

INIEX : Revue de la littérature technique 739

EDITION - ABONNEMENTS - PUBLICITE - UITGEVERIJ - ABONNEMENTEN - ADVERTENTIES

1050 BRUXELLES • EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES • 1050 BRUSSEL

Rue Borrens, 35-43 - Borrensstraat — TEL. 48.27.84 - 47.38.52

Dépôt légal : D/1971/0168

Wettelijke depot : D/1971/0168

BASSINS MINIERS MIJNBEKKENS — Périodes Perioden	Production nette Netto produktie t	Consomm. propre et Fournit. au pers. Eigen verbr. en levering aan het pers.	Stocks Voorraden t	Jours ouvrés Gewerkte dagen	PERSONNEL — PERSONEEL: Nombre d'ouv. présents Aantal aanwezig arb. — Fond Ondergrond	Nombre d'ouv. présents — Fond et surface Onder- en bovengrond	Indices - Indices — Taille Pijler	Indices — Fond Ondergrond	Indices — Fond et surface Onder- en bovengrond	Rendement (kg) Rendement (kg) — Fond Ondergrond	Rendement — Fond et surface Onder- en bovengrond	Présences (1) Aanw. (%) — Fond Ondergrond	Présences — Fond et surface Onder- en bovengrond	Mouvem. main-d'œuvre Werkkrachten schomm. — Belges Belgen	Mouvem. — Etrangers Vreemdel.	Mouvem. — Total Totaal	Grisou capté et valorisé Opgevangen en gevaloriseerd mijngas m³ à 8.500 kcal 0° C - 760 mm Hg
Hainaut - Henegouwen	263.130	20.866	69.816	23,00	3.841	6.583	0,214	0,528	0,794	1.897	1.259	70,55	74,20	— 42	— 59	— 101	2.734.708
Liège - Luik	121.659	9.035	81.339	22,90	2.919	4.250	0,243	0,576	0,832	1.738	1.202	87,85	80,99	— 9	— 34	— 43	
Campine - Kempen	762.628	76.377	205.591	23,00	11.883	16.255	0,096	0,358	0,806	2.790	2.030	87,47	89,32	— 21	+ 144	+ 123	1.558.440
Le Royaume - Het Rijk	1.147.417	106.278	356.746	22,99	20.610	29.082	0,138	0,420	0,598	2.380[3])	1.673[3])	80,85	83,28	— 72	+ 51	— 21	4.293.148(2)
1971 Février - Februari	1.027.296	99.256	280.217	19,96	20.572	29.065	0,135	0,408	0,583	2.448	1.716	81,56	83,83	— 57	— 45	— 102	4.175.448
Janvier - Januari	1.037.737	104.625	244.918	19,90	21.209	29.796	0,142	0,418	0,595	2.393	1.682	83,36	75,26	— 330	+ 132	— 198	4.670.350
1970 Mars - Maart	1.139.426	109.729	513.823	20,99	23.107	32.177	0,158	0,434	0,608	2.303	1.644	83,50	85,45	— 156	— 136	— 292	3.600.761
1970 M.M.	946.858	93.227	214.909	18,80	21.479	30.162	0,157	0,438	0,625	2.284	1.599	83,13	85,37	— 151	— 146	— 297	4.555.460
1968 M.M.	1.233.846	94.468	1.735.082	20.28	30.101	40.787	0,184	0,506	0,705	1.976	1.418	83,55	85,55	— 200	— 315	— 515	5.393.912
1967 M.M.	1.369.570	96.697	2.643.697	20,31	35.131	47.637	0,202	0,541	0,748	1.347	1.336	85,14	86,78	— 208	— 382	— 590	5.886.368
1966 M.M.	1.458.276	104.342	3.045.509	19,72	40.231	54.455	0,219	0,569	0,787	1.758	1.270	85 07	86.66	— 435	— 617	—1052	4.938.413
1964 M.M.	1.775.376	118.885	1.488.665	21,33	50.710	68.032	0.237	0,635	0,866	1.574	1.155	83,71	85,66	— 291	+ 323	+ 32	5.514.722
1962 id.	1.768.804	124.240	1.350.544	21,56	52.028	71.198	0,224	0,610	0,853	1 624	1.156	81,17	83,82	— 411	+ 2	— 409	5.848.183
1960 id.	1.872.443	176.243	6.606.610	20,50	51.143	71.460	0.268	0.700	0.983	1.430	1.018	81,18	83,70	— 753	— 745	—1498	5.702.727
1956 id.	2.455.079	254.456	179.157	23.43	82.537	112.943	0,35	0.86	1,19	1.156	838	84,21	86,29	— 357	— 300	— 657	7.443.776
1948 id.	2.224.261	229.373	840.340	24.42	102.081	145.366	—	1.14	1,64	878	610	—	85.88	—	—	—	—
1938 id.	2.465.404	205.234	2.227.260	24,20	91.945	131.241	—	0.92	1,33	1.085	753	—	—	—	—	—	—
1913 id.	1.903.466	187.143	955.890	24.10	105.921	146.084	—	1,37	1.89	731	528	—	—	—	—	—	—
1971 Semaine du 26-6 au 2-7 / Week van 26-6 tot 2-7	222.409	—	343.003	5	19.918	28.543	—	—	—	2.226	1.554	75,00	79,00	—	—	—	—

N. B. — (1) Uniquement les absences individuelles. — Alléén individuële afwezigheid.
(2) Dont environ 5 % non valorisé. — Waarvan ongeveer 5 % niet gevaloriseerd.
(3) Sans les effectifs de maîtrise et de surveillance : Fond : 2.728 — Fond et surface : 1.882. — Zonder de sterkte van meester- en toezichtspersoneel : Ondergrond : 2.728 — Onder- en bovengrond : 1.882.

BELGIQUE — FOURNITURE DE CHARBONS BELGES AUX DIFFERENTS SECTEURS ECONOMIQUES — MARS 1971
BELGIE — LEVERING VAN BELGISCHE STEENKOLEN AAN DE VERSCHEIDENE ECONOMISCHE SECTORS t — MAART 1971

PERIODES PERIODEN	Foyers domestiques, artisanat, commerce, administrations publiques	Huisbrand, kleinbedrijf, handel, openbare diensten	Cokeries Cokesfabrieken	Fabriques d'agglomérés Agglomeratenfabr.	Centrales électr. publiques Openbare elektr. centrales	Sidérurgie Ijzer- en staalnijverheid	Fabrications métall. Metaalverwerkende nijverheden	Métaux non ferreux Non-ferro metalen	Chimie Chemische nijverh.	Chemins de fer et autres transports Spoorwegen en ander vervoer	Textiles, habillement, cuir Textiel, kleding, leder	Denr. alim., boissons, tabacs Voedingswaren, dranken, tabak	Produits minéraux non métalliques	Niet metalen delfstoffen	Pâtes à papier, papier Papierpulp, papier	Industries diverses Allerlei nijverheidstakken	Exportations Uitvoer	Total du mois Tot. v. d. maand
1971 Mars - Maart	121.015		518.401	54.126	191.879	15.339	2.016	8.672	407	1.996	608	3.740	5.477		5.086	5.488	42.707	976.957
Février - Februari	95.643		518.215	48.933	167.141	14.182	1.806	8.377	611	1.987	547	1.645	8.587		4.390	4.914	30.400	907.378
Janvier - Januari	110.813		491.047	65.612	175.339	7.594	1.800	7.343	1.358	2.241	534	1.470	9.255		4.921	7.931	29.163	911.421
1970 Mars - Maart	144.639		526.603	85.385	212.660	14.421	1.789	15.059	322	2.401	849	1.726	6.789		5.329	6.841	51.148	1.075.961
M.M.	112.550		464.180	54.101	18.468	11.596	19.132	10.100	425	2.370	388	4.161	6.725		4.191	4.359	44.102	925.190
1969 M.M.	132.890		519.889	51.651	271.629	13.387	2.502	12.188	374	2.630	521	5.564	9.328		4.790	3.035	74.823	1.105.199
1968 M.M.	166.544		510.582	63.687	316.154	10.976	2.595	10.189	1.129	3.241	588	6.703	11.598		4.382	3.566	95.376	1.207.310
1967 M.M.	179.557		511.078	66.778	322.824	12.848	3.358	12.199	1.900	3.861	1.033	5.946	17.630		4.454	4.134	125.871	1.273.471
		(2)											(3)					
1966 M.M.	174.956	12.534	466.091	76.426	334.405	13.655	4.498	15.851	6.366	7.955	1.286	5.496	15.996	11.063	5.558	14.288	99.225	1.265.649
1964 M.M.	217.027	14.940	526.285	112.413	294.529	8.904	7.293	21.429	13.140	23.176	2.062	13.632	22.867	57.211	10.527	15.150	169.731	1.530.316
1962 M.M.	278.231	13.871	597.719	123.810	341.233	8.112	10.370	21.796	23.376	45.843	3.686	17.082	26.857	65.031	13.549	20.128	223.832	1.834.526
1960 M.M	266.847	12.607	619.271	84.395	308.910	11.381	8.089	28.924	18.914	61.567	6.347	20.418	38.216	58.840	14.918	21.416	189.581	1.770.641
1956 M.M.	420.304	15.619	599.722	139.111	256.063	20.769	12.197	40.601	41.216	91.661	13.082	30.868	64.446	71.682	20.835	32.328(1)	353.828	2.224.332
1952 M.M.	480.657	14.102	708.921 (1)		275.218	34.685	16.683	30.235	37.364	123.398	17.838	26.645	63.591	81.997	15.475	60.800	209.060	2.196.669

N. B. — (1) Y compris le charbon fourni aux usines à gaz. — Daarin begrepen de aan de gasfabrieken geleverde steenkolen.
(2) Fourniture aux administrations publiques. — Levering aan de openbare diensten.

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Fours en activité / Ovens in werking: Batteries / Batterijen	Fours / Ovens	Charbon - Steenkolen (t): Reçu - Ontv.: Belge / Inheemse	Etranger / Uitheemse	Enfourné / In de oven geladen	Huiles combustibles / Stookolie (t)	COKE - COKES (t): Production - Produktie: Gros coke / Dikke cokes > 80 mm	Autres / Andere	Total / Totaal	Consomm. propre / Eigen verbruik	Livr. au personnel / Levering aan pers.	Débit - Afzet: Sect. domest., artisanat et admin. publ. / Huis. sektor, kleinbedrijf en openb. diensten	Sidérurgie / Ijzer- en staalnijverheid	Centr. électr. publiques / Openb. elektr. centrales	Transports / Vervoer	Autres secteurs / Andere sektors	Exportation / Uitvoer	Total / Totaal	Stock fin de mois / Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés / Tewerkgestelde arbeid.
Sidér. - V. staalfabr.	32	1.126	443.855	181.386	625.241	(4)	400.762	85.256	486.018	598	2.345	—	—	—	—	—	—	—	569.268	2.411
Autres - Andere . .	9	250	98.560	55.657	154.217	(4)	80.502	29.993	110.495	3	15	—	—	—	—	—	—	—	160.463	765
Le Royaume - Het Rijk	41	1.376	542.415	23.703	779.458	(4)	481.264	115.249	596.513	601	2.360	5.955	506.934	78	370	32.378	39.910	585.625	729.731	3.176
1971 Févr. - Feb.	41	1.379	508.035	262.880	726.643	(4)	455.572	103.651	459.223	165	2.230	4.904	479.871	15	303	33.126	32.114	550.323	737.090	3.011
Janv. - Januari.	41	1.399	500.554	310.942	811.496	(4)	497.227	113.766	610.993	110	2.550	7.140	523.922	31	478	37.658	46.632	615.881	146.724	3.041
1970 Mars - Maart.	41	1.379	536.250	397.747	830.144	(4)	525.442	114.562	640.004	115	2.965	6.721	539.057	70	744	45.178	35.243	627.013	54.011	3.031
1970 M.M. . . .	42	1.378	471.981	335.828	771.875	(4)	483.060	110.208	593.267	196	2.830	6.162	486.084	39	1.176	41.698	50.362	585.521	688.236	3.041
1969 M.M. . . .	41	1.379	515.282	266.488	781.952	(4)	503.144	100.930	604.075	367	3.066	9.084	513.846	21	903	39.480	40.250	563.335	82.874	3.039
1968 M.M.	43	1.431	510.733	269.531	785.596	(4)	494.007	109.853	603.590	282	3.397	11.318	493.621	29	1.186	40.536	55.880	502.570	118.142	3.165
1967 M.M. . .	43	1.442	501.276	247.575	744.976	1.210	463.687	107.755	571.442	466	4.173	10.678	454.308	362	928	41.099	64.028	571.403	132.940	3.289
1966 M.M.	46	1.500	465.298	283.631	757.663	1.468	461.970	118.145	580.115	1.306	5.142	(2) 11.595 (3) 1.342	442.680	117	1.010	44.278	66.884	567.906	188.726	3.524
1964 M.M.	49	1.581	520.196	283.612	805.311	840	485.178	131.291	616.429	1.759	5.640	13.562 1.833	483.554	83	1.209	48.159	59.535	607.935	161.531	3.998
1962 M.M.	i3	1.439	581.012	198.200	778.073	951	481.665	117.920	599.585	6.159	5.542	14.405 2.342	473.803	159	1.362	46.384	53.450	591.905	217.789	4.310
1960 M.M.	51	1.668	614.508	198.909	811.811	23.059(1)	502.323	124.770	627.093	7.803	5.048	12.564 2.973	468.291	612	1.234	49.007	82.218	616.899	269.877	3.821
1956 M.M.	44	1.530	601.931	196.725	784.875	10.068(1)	492.676	113.195	605.871	7.228	5.154	15.538 5.003	433.510	1.918	2.200	56.636	76.498	591.308	87.208	4.137
1948 M.M.	47	1.510	454.585	157.180	611.765	—	373.488	95.619	469.107	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.463
1938 M.M.	56	1.669	399.063	158.763	557.826	—	—	—	366.543	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.120
1913 M.M.	—	2.898	233.858	149.621	383.479	—	—	—	293.583	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.229

N.B. — (1) En hl. - In hl. — (2) Secteur domestique et artisanat - Huisbrand en kleinbedrijf. — (3) Administrations publiques - Openbare diensten. — (4) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

BELGIQUE COKERIES
BELGIE COKESFABRIEKEN

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Gaz - Gas 1.000 m³, 4.250 kcal, 0° C, 760 mm Hg: Production / Produktie	Consomm. propre / Eigen verbruik	Débit - Afzet: Synthèse / Ammon. fabr.	Sidérurgie / Staalnijverh.	Autres industr. / Andere bedr.	Distrib. publ. / Stadsgas	Sous-produits / Bijprodukten (t): Goudron brut / Ruwe teer	Ammoniaque / Ammoniak	Benzol
Sidérurg. - V. staalfabrieken .	216.605	117.591	21.945	80.290	9.548	13.640	17.634	4.196	3.877
Autres - Andere	50.338	23.663	—	—	13.973	12.696	4.178	648	987
Le Royaume - Het Rijk . .	266.943	141.254	21.945	80.290	23.521	26.336	21.812	4.844	4.864
1971 Février - Februari . . .	246.990	130.805	19.764	76.049	23.059	24.209	17.373	3.954	4.035
Janvier- Januari	269.568	143.729	20.309	84.370	24.982	27.403	18.277	4.539	5.258
1970 Mars - Maart	277.013	137.711	21.514	87.428	19.151	56.902	20.030	4.173	4.830
M.M.	264.156	132.455	19.397	80.926	24.615	44.077	19.471	3.995	4.586
1969 M.M.	266.093	131.627	22.652	83.604	12.529	60.304	20.527	5.141	5.366
1968 M.M	273.366	131.861	32.096	81.331	7.286	76.002	21.841	5.874	5.567
1967 M.M.	260.580	122.916	36.041	78.819	4.197	75.772	21.176	6.229	4.923
1966 M.M.	262.398	124.317	47.994	71.338	7.323	76.315	21.297	6.415	5.053
1964 M.M.	282.815	132.949	75.748	69.988	6.267	77.530	23.552	6.764	5.470
1962 M.M.	280.103	128.325	69.423	67.162	7.589	82 950	23.044	6.891	5.239
1960 M.M.	283.038	133.434	80.645	64.116	12.284	77.950	22.833	7.043	5.870
1956 M.M.	267.439	132.244	78.704	56.854	7.424	72.452	20.628	7.064	5.569
1948 M.M.	105.334	—	—	—	—	—	16.053	5.624	4.978
1938 M.M.	75.334	—	—	—	—	—	14.172	5.186	4.63f

FABRIQUES D'AGGLOMERES MARS 1971
AGGLOMERATENFABRIEKEN MAART 1971

PERIODE / PERIODE	Production - Produktie (t): Boulets / Eierkolen	Briquettes / Briketten	Total / Totaal	Consommation propre / Eigen verbruik (t)	Livraison au personnel / Lever. aan het personeel (t)	Mat. prem. / Grondstoffen (t): Charbon / Steenkool	Brai / Pek	Ventes et cessions / Verkocht en afgestaan (t)	Stock fin du mois / Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés / Tewerkgestelde arbeid.
1971 Mars - Ma.	60.915	1.762	62.677	1.492	19.002	59.670	5.227	41.861	16.862	228
Fév. - Feb.	51.161	1.610	52.771	3.532	16.568	50.333	4.292	36.227	16.308	232
Janv. - Jan.	72.645	2.015	74.660	2.590	21.616	69.365	6.065	50.113	19.762	234
1970 Mars - Ma.	61.736	3.920	65.656	2.829	19.349	62.367	5.373	44.248	22.053	251
M.M. . . .	59.178	2.920	62.098	2.101	16.990	58.556	4.751	43.469	24.951	230
1969 M.M. . .	62.954	3.165	66.119	2.318	15.132	58.289	5.564	49.335	21.971	268
1968 M.M. . .	64.766	3.820	68.586	3.364	14.784	65.901	5.404	51.061	30.291	316
1967 M.M. . .	67.755	4.632	72.387	4.460	13.382	68.756	5.983	55.594	37.589	438
1966 M.M. . . .	75.315	5.645	80.950	2.316	16.191	78.302	6.329	65.598	48.275	482
1964 M.M. . . .	109.081	10.337	119.418	2.425	17.827	85.138	7.124	70.576	37.623	478
1962 M.M. . . .	119.386	14.134	133.520	2.920	16.708	127.156	10.135	114.940	5.315	577
1960 M.M. . . .	77.240	17.079	94.319	2.282	12.191	84.464	7.060	77.103	32.920	473
1956 M.M. . . .	116.258	35.994	152.252	3.666	12.354	142.121	12.353	133.542	4.684	647
1948 M.M. . . .	27.014	53.384	80.848	—	—	74.702	6.625	—	—	563
.938 M.M. . . .	39.742	102.948	142.690		—	129.797	12.918	—	—	873
1913 M.M. . . .	—	—	217.387		—	197.274	—	—	—	1.911

BELGIQUE **BRAI** MARS 1971
BELGIE **PEK t** MAART 1971

PERIODE	Quantités reçues Ontvangen hoeveelheden			Consomm. totale Totaal verbruik	Stock fin du mois Voorr. einde maand	Exportations Uitvoer
	Orig. indig. Inh. oorspr.	Importations Invoer	Total Totaal			
1971 Mars - Maart	5.635	—	5.635	5.227	7.401	—
Fév. - Februari	4.458	—	4.458	4.292	6.993	—
Janvier - Januari	6.404	—	6.404	6 065	6.827	—
1970 Mars - Maart	5.824	—	5.824	5.373	6.349	—
M.M.	4.594	168	4.762	4.751	6.530	193
1969 M.M.	5.187	6	5.193	5.564	8.542	—
1968 M.M.	4.739	86	4.825	5.404	14.882	274
1967 M.M.	4.400	40	4.440	5.983	23.403	482
1966 M.M.	4.079	382	4.461	6.329	46.421	398
1964 M.M.	6.515	7.252	13.767	9.410	82.198	1.080
1962 M.M.	8.832	1.310	10.142	10.135	19.963	—
1956 M.M.	7.019	5.040	12.059	12.125	51.022	1.281
1952 M.M.	4.624	6.784	11.408	9.971	37.357	2.014

BELGIQUE **METAUX NON-FERREUX** MARS 1971
BELGIE **NON FERRO-METALEN** MAART 1971

PERIODE	Produits bruts - Ruwe produkten								Demi-finis - Half. pr.		Ouvriers occupés Te werk gestelde arbeiders
	Cuivre Koper (t)	Zinc Zink (t)	Plomb Lood (t)	Etain Tin (t)	Alum., Antim., Cadm., etc (t) Alum., Antim., Cadm., enz. (t)	Poussières de zinc (t) Zinkstof (t)	Total Totaal (t)	Argent, or platine, etc. Zilver, goud, plat., enz. (kg)	Mét. préc. exc. Edele metalen uitgezonderd (t)	Argent, or, platine, etc. Zilver, goud, plat., enz. (kg)	
1971 Mars- Maart	25.171	14.072	7.000	530	467	3.784	51.024	64.111	40.880	3.746	16.042
Février - Februari	24.580	12.784	7.091	567	509	3.636	49.167	61.411	37.512	2.567	16.119
Janvier - Januari	27.133	15.139	8.059	576	596	3.557	55.060	58.915	33.849	2.076	16.545
1970 Mars - Maart	27.502	22.164	9.369	354	601	—	63.539	111.641	38.201	2.878	16.803
M.M.	29.423	19.563	3.707	477	585	8.673	62.428	76.259	36.333	3.320	16.689
1969 M.M.	25.077	21.800	9.366	557	594		57.393	121.561	36.007	2.451	16.462
1968 M.M.	28.409	20.926	9.172	497	482		59.486	85.340	32.589	1.891	15.881
1967 M.M.	26.489	18.944	8.983	514	419		55.349	41.518	29.487	1.981	16.330
1966 M.M.	25.286	20.976	7.722	548	596		55.128	37.580	32.828	2.247	18.038
1964 M.M.	23.844	18.545	6.943	576	640		50.548	35.308	29.129	1.731	17.510
1962 M.M.	18.453	17.180	7.763	805	638		44.839	31.947	22.430	1.579	16.461
1956 M.M.	14.072	19.224	8.521	871	648		43.336	24.496	16.604	1.944	15.919
1952 M.M.	12.035	15.956	6.757	850	557		36.155	23.833	12.729	2.017	16.227

BELGIQUE-BELGIE **SIDERUR**

PRODUCT

PERIODE PERIODE	Hauts fourneaux en activité Hoogovens in werking	Produits bruts Ruwe produkten			Produits demi-finis Half-produkten				
		Fonte Gietijzer	Acier en lingots Staalblokken	Acier moulé av. ébard. Gegoten staal voor afboording	Pour relamin. belges Voor Belg. herwalsers	Autres Andere	Aciers marchands Handelsstaal	Profilés Profielstaal	Rails et accessoires Spoorstaven en toebehoren
1971 Mars - Maart	39	942.048	1.108.837	9.908	82.521	88.899	240.093	80.327	1.660
Février - Februari	39	870.177	1.045.609	9.575	66.730	76.098	210.234	62.441	3.528
Janvier - Januari	39	968.200	1.143.306	9.251	58.842	72.527	218.585	62.275	1.118
1970 Mars - Maart	41	974.748	1.134.190	9.634	46.601	54.117	228.946	90.641	1.880
M.M.	41	895.076	1.050.953	8.875	51.711	77.649	20.684	77.345	3.139
1969 M.M.	42	924.332	1.069.748	(3)	56.695	69.424	217.770	67.378	4.150
1968 M.M.	41	864.209	964.389	(3)	45.488	58.616	202.460	52.360	3.689
1967 M.M.	40	741.832	809.671	(3)	49.253	56.491	180.743	42.667	2.984
1966 M.M.	40	685.805	743.506	(3)	49.224	63.777	167.800	38.642	4.486
1964 M.M.	44	670.548	727.548	(3)	52.380	80.267	174.098	35.953	3.382
1962 M.M.	45	562.378	613.479	4.805	56.034	49.495	172.931	22.572	6.976
1960 M.M.	53	546.061	595.060	5.413	150.669	78.148	146.439	15.324	5.337
1956 M.M.	50	480.840	525.898	5.281	60.829	20.695	153.634	23.973	8.315
				(1)					
1948 M.M.	51	327.416	321.059	2.573	61.951		70.980	39.383	9.853
1938 M.M.	50	202.177	184.369	3.508	37.839		43.200	26.010	9.337
1913 M.M.	54	207.058	200.398	25.363	127.083		51.177	30.219	28.489

N.B. — (1) Fers finis - Afgewerkt ijzer. — (2) Tubes soudés - Gelaste pijpen. — (3) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

IMPORTATIONS-EXPORTATIONS
IN- EN UITVOER

Importations - Invoer (t)

Pays d'origine / Land van herkomst / Période / Periode / Répartition / Verdeling	Charbon / Steenkolen	Coke / Cokes	Agglomérés / Agglomeraten	Lignite / Bruinkolen
C.E.C.A. - E.G.K.S.				
Allem. Occ. - W. Duitsl.	243.797	85.456	963	3.938
France - Frankrijk	11.026	4.025	170	—
Pays-Bas - Nederland	60.557	6.740	23.100	—
Total - Totaal	315.380	96.221	24.233	3.938
PAYS TIERS - DERDE LANDEN :				
Roy. Uni - Veren. Koninkrijk	9.264	3.330	—	—
E.U.A. - V.S.A.	66.951	—	—	—
URSS - USSR	18.450	—	—	—
Pologne - Polen	71.872	—	—	—
Espagne - Spanje	1.004	—	—	—
Total - Totaal	167.541	3.330	—	—
Ens. Mars - 1971 Samen Ma.	482.921	99.551	24.233	3.938
1971 Février - Februari	463.693	97.815	15.190	2.370
Janvier - Januari	521.195	103.078	29.301	3.303
1970 Mars - Maart	806.834	134.933	26.131	3.749
M.M.	630.584	127.577	22.637	3.547
Repartition - Verdeling :				
1) Sect. dom. - Huisel. sektor	166.438	1.406	23.863	3.938
2) Sect. ind. - Nijverheidssekt.	480.435	98.145	170	—
3) Réexportation - Wederuit.	—	—	—	—
4) Mouv. stocks - Schom. voor.	+ 2.486	—	+ 200	—

Exportations - Uitvoer (t)

Destination / Land van bestemming	Charbons / Steenkolen	Cokes / Cokes	Agglomérés / Agglomeraten
CECA - EGKS			
Allemagne Occ. - W. Duitsl.	35.441	—	—
France - Frankrijk	7.216	10.269	1.975
Luxembourg - Luxemburg	50	17.078	75
Pays-Bas - Nederland	—	1.024	50
Total - Totaal	42.707	28.371	2.100
PAYS TIERS - DERDE LANDEN			
All. Or. - Oost-Duitsl.	—	5.499	—
Hongrie - Hongarije	—	3.216	—
Roumanie - Roumanië	—	1.000	—
Congo - Kongo	—	1.091	—
Divers - Allerlei	—	733	—
Total - Totaal	—	11.539	—
Ens. Mars - 1970 Sam. Maart.	42.707	39.910	2.100
1971 Février - Februari	30.400	32.114	5.337
Janvier - Januari	29.163	46.632	6.808
1970 Mars - Maart	51.148	35.243	2.670
M.M.	44.106	50.362	7.618

ER- EN STAALNIJVERHEID

MARS-MAART 1971

ODUCTIE t

Produits finis - Afgewerkte produkten									Produits finals / Verder bew. prod.		
Fil machine / Walsdraad	Tôles fortes / Dikke platen ≥ 4,76 mm	Tôles moyennes / Middeldikke platen / 3 à 4,75 mm / 3 tot 4,75 mm	Larges plats / Universeel staal	Tôles fines noires / Dunne platen niet bekleed	Feuillards bandes à tubes / Bandstaal / Banden v. buizenstrip	Ronds et carrés pour tubes / Rond en vierkant staafmat. voor buizen	Divers / Allerlei	Total des produits finis / Totaal der afgewerkte produkten	Tôles galv., plomb. et étamées / Verzinkte, verlode en vertinde platen	Tubes d'acier / Stalen buizen	Ouvriers occupés / Tewerkgestelde arbeiders
63.283	102.876	48.551	2.489	266.105	26.619	3.429	2.428	837.820	79.516	26.680	50.445
71.998	91.917	59.627	2.590	255.410	30.775	4.601	2.023	795.144	75.309	23.386	50.409
69.372	90.672	76.357	2.451	262.820	29.090	5.001	2.162	817.904	76.190	21.448	50.204
71.038	112.575	63.297	2.609	256.148	36.832	6.178	2.271	872.415	64.495	24.175	50.615
63.481	90.348	50.535	2.430	242.951	30.486	5.515	2.034	774.848	60.660	23.082	50.663
72.736	97.658	59.223	2.105	258.171	32.621	5.377	1.919	819.109	60.141	23.394	48.313
80.861	78.996	37.511	2.469	227.851	30.150	3.990	2.138	722.475	51.339	20.199	47.944
80.132	74.192	27.872	1.358	180.627	30.369	2.887	2.059	625.890	51.289	19.802	48.148
77.133	68.572	25.289	2.073	149.511	32.753	4.409	1.636	572.304	46.916	22.462	49.651
72.171	47.996	19.976	2.693	145.047	31.346	1.181	1.997	535.840	49.268	22.010	53.604
53.288	41.258	7.369	3.526	113.984	26.202	290	3.053	451.448	39.537	18.027	53.066
53.567	41.501	7.593	2.536	90.752	29.323	1.834	2.199	396.405	26.494	15.524	44.810
										(2)	
40.874	53.456	10.211	2.748	61.941	27.959	—	5.747	388.858	23.758	4.410	47.104
28.979	28.780	12.140	2.818	18.194	30.017	—	3.589	255.725	10.992	—	38.431
10.603	16.460	9.084	2.064	14.715	13.958	—	1.421	146.852	—	—	33.024
11.852	19.672	—	—	9.883	—	—	3.530	154.822	—	—	35.300

COMBUSTIBLES SOLIDES
VASTE BRANDSTOFFEN

C.E.C.A. ET GRANDE-BRETAGNE
E.G.K.S. EN GROOT-BRITTANNIE

MARS 1971
MAART 1971

PAYS LAND	Houille produite Geproduc. steenkool (1.000 t)	Ouvr. inscrits Ingeschr. arb. (1.000)		Rendement (ouvr./poste) (arb./ploeg) (kg)		Jours ouvrés Gewerkte dagen	Absentéisme Afwezigheid %		Coke de four produit Geproduceerde ovencokes (1.000 t)	Agglomérés produits Geproduceerde agglomeraten (1.000 t)	Stocks Voorraden (1.000 t)	
		Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond		Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond			Houille Kolen	Coke Cokes
Allemagne Occ. - West-Duitsl.												
1971 Mars - Ma.	10.634	137	212	3.930	3.242	23,00	25,26	23,09	2.717	210	2.400	1.425
1970 M.M. . . .	9.733	138	208	3.941	3.013	20,90	26,37	24,61	3.328	296	947	289
Mars - Ma.	9.303	138	209	3.826	3.034	20,24	24.30	22,14	2.753	171	1.825	28
Belgique - België												
1971 Mars - Ma.	1.147	27	37	2.380	1.673	22,99	19,15(1)	16,72(1)	597	63	357	728
1970 M.M. . . .	947	26	37	2.284	1.599	18,80	16,87(1)	14,63(1)	583	62	151	215
Mars - Ma.	1.139	30	40	2.303	1.644	20,99	16,50(1)	14,55(1)	640	66	514	54
France - Frankr.												
1971 Mars - Ma.	3.339	62	93	2.746	1.787	23.00	12,40	9,39(2)	1.135	305	5.380	293
1970 M.M. . . .	3.113	66	98	2.643	1.694	21,26	12,13	8,53(2)	1.179	339	6.089	181
Mars - Ma.	3.337	68	101	2.631	1.718	21,79	9,65	10,58(2)	1.145	283	7.390	118
Italie - Italië												
1971 Mars - Ma.	25	0,8		3.000					600		18	
1970 M.M. . . .	25	0,8		2.991					586		12	
Mars - Ma.												
Pays-B. - Nederl.												
1971 Mars - Ma.	317	6,1		3.436					163		377	
1970 M.M. . . .	379	7,2		3.260					166		227	
Mars - Ma.												
Communauté - Gemeenschap												
1971 Mars - Ma.	13.686	231,4		3.607					5.845		10.490	
1970 M.M. . . .	14.196	237,2		3.436					5.844		9.967	
Mars - Ma.												
Grande Bretagne- Groot-Brittannië				à front in front							en 1.000 t in 1:000 t	
1971 Sem. du 21 au 27-3 Week van 21 tot 27-3	3.212	224	286	7.804	2.396			19,05			6.201	
1969 Moy. hebd. Wekel gem.	2.743	227	290	7.186	2.226			19,14			7.318	
1970 Sem. du 22 au 28-3 Week van 22 tot 28-3	2.800	232	296	7.226	2.274			20,44			14.501	

N. B. — (1) Uniquement absences individuelles . Alléén individuele afwezigheid. — (2) Surface seulement - Bovengrond alléén. — (3) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

Simulation sur ordinateur du transport souterrain par locomotives

Simulatie op een computer van het ondergronds vervoer met locomotieven

P. CAUWE, E. CHARLEZ, L. de CORDIER, O. de CROMBRUGGHE, J.-L. DE ROY, C. POLET, L. VAN ROMPAEY *

RESUME

Seule la simulation sur ordinateur permet de tester systématiquement l'influence des nombreux paramètres qui déterminent les performances d'un système de roulage d'une certaine complexité, et de déterminer objectivement des compromis économiques optimaux entre la régularité de la production et des dépenses à consentir pour améliorer le transport.

Le programme présenté dans cet article permet de simuler le trafic entre un puits et 9 chantiers, en faisant intervenir les contraintes dues à la structure du réseau (voies simples ou doubles, aiguillages, capacités de stockage, etc.), ainsi que les variations aléatoires de la production des chantiers et des temps de parcours. On peut ainsi mettre en évidence, sur base statistique, l'effet d'une modification du nombre de berlines ou de locomotives, ou d'un temps de parcours ou de manœuvre, celui d'un dédoublement de voie ou du déplacement des points où se décident les destinations des rames, ou celui d'une politique de dispatching.

SAMENVATTING

Alleen de simulatie op een computer maakt het mogelijk de invloed kwantitatief na te gaan van de vele factoren die de doeltreffendheid van een uitgestrekt vervoersysteem bepalen. Hiermee kan men dan op objectieve wijze een economisch optimaal evenwichtspunt bepalen tussen de mogelijkheid van bedrijfsstoringen enerzijds, en de kosten die nodig zijn om de infrastructuur van het vervoer te verbeteren anderzijds.

Hier wordt een programma beschreven om het verkeer tussen een extractieschacht en 9 productiepunten te simuleren : de beperkingen die door de structuur van het spoornet opgelegd worden (enkel of dubbelspoor, wissels, stockeermogelijkheden, enz.) en de toevallige schommelingen van de pijlerproducties of van de reistijden worden in aanmerking genomen. Zo wordt het mogelijk de invloed op statistische wijze na te gaan van een wijziging in het aantal wagens of locomotieven en in de duur van een reis- of maneuvertijd, of de uitwerking van het ontdubbelen van een spoor, van een nieuwe dispatschingspolitiek, of

* P. CAUWE, Assistant au Laboratoire de Préparation des Minerais, Université Catholique de Louvain.
E. CHARLEZ, Directeur Général des Ateliers Charlez, à Houdeng-Goegnies.
L. de CORDIER, Ingénieur à Beckaert — Cockerill N.V.
O. de CROMBRUGGHE, Professor voor Mijnbouw aan de Katholieke Universiteit Leuven, Hoofd Studiedienst Zetel Winterslag van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen.
J.-L. DE ROY, Ingénieur à COBELMIN, Kaïlo (Kindu, R.D. Congo).
C. POLET, Ingénieur à la GECOMINES, Kamoto (Kolwezi, R.D. Congo).
L. VAN ROMPAEY, Hoofd Organisatiedienst Ondergrond, Zetel Winterslag, N.V. Kempense Steenkolenmijnen.

Les chapitres 1 et 2 exposent le mécanisme de la simulation, basée sur le « time-slicing » ou découpage en tranches de temps de longueur constante, et décrivent le traitement de trois exemples réels. Les autres chapitres montrent comment ce processus est traduit en langage FORTRAN, et comment le réseau et les rames qui le parcourent peuvent être représentés par des tableaux de chiffres.

La simulation de 15 postes successifs représente 5 à 6 minutes sur un ordinateur IBM 360/40, et fournit, au choix, des résultats globaux ou détaillés, permettant en particulier de ventiler les pertes de production selon les différentes contraintes susceptibles de limiter l'efficacité du transport.

INHALTSANGABE

Nur durch Nachahmung auf einem Rechner kann man die Tragweite der verschiedenen Einflußgrößen, von denen die Leistung eines ausgedehnten Fördersystems abhängt, systematisch untersuchen und einwandfrei bestimmen, wieweit Aufwendungen für die Verbesserungen der Fördereinrichtungen sich durch größere Gleichmässigkeit der Fördermenge bezahlt machen.

Mit dem im nachstehenden Aufsatz beschriebenen Programm kann man den Verkehr zwischen einem Förderschacht und 9 Abbaubetriebspunkten nachahmen, unter Berücksichtigung der Erschwernisse, die durch die Besonderheiten des Fördernetzes (ein- oder zweigleisige Strecken, Weichen, Aufnahmekapazität von Abstellgleisen usw.) sowie durch die zufälligen Schwankungen der Fördermengen aus den verschiedenen Betriebspunkten und der Fahr- und Rangierzeiten gegeben sind. Auf diese Weise kann man statistisch nachweisen, wie sich eine Änderung der Wagen- oder Lokomotivenzahl, der Reise- oder Rangierzeit, der Verzicht auf ein zweites Gleis oder eine veränderte Führung der Züge, beispielsweise durch Verlegung der Abzweigstellen, auswirken.

Das Simulationsverfahren beruht auf dem « time-slicing »-Prinzip, das heißt der Einteilung in gleiche Zeitabschnitte. Es wird in den Kapiteln 1 und 2 an Hand von drei Beispielen näher erläutert. Weiter wird gezeigt, wie sich dieses Verfahren in FORTRAN-Sprache übersetzen läßt und wie sich die Struktur des Netzes und die in ihm verkehrenden Züge in Zahlentafeln erfassen lassen.

Die Nachahmung des Förderablaufs in 15 aufeinander folgenden Schichten auf einem Rechner des Typs IBM 360/40 erfordert nur 5 bis 6 Minuten. Die Ergebnisse können nach Wahl zusammengefaßt oder einzeln ausgeworfen werden; insbesondere kann man den Produktionsausfall bestimmen, der bei verschiedenen Beschränkungen der Leistungsfähigkeit des Fördersystems zu erwarten ist.

van het verleggen van de punten waar de bestemming van de treinen vastgelegd wordt.

Hoofdstukken 1 en 2 zetten het simulatieproces uiteen, volgens het « time-slicing »-principe (indeling in constante tijdschijven), en geven drie concrete voorbeelden weer. De andere hoofdstukken tonen aan hoe dit proces in FORTRAN-programmeertaal vertolkt wordt, en hoe het net en de treinen die er op rijden door cijfertabellen voorgesteld kunnen worden.

De simulatie van 15 achtereenvolgende posten duurt 5 tot 6 minuten op een IBM 360/40 computer. De uitslagen kunnen naar wens samengevat of uitgebreid weergegeven worden, waarbij de productieverliezen volgens de oorzaken afzonderlijk samengeteld worden.

SUMMARY

Only the simulation with a computer gives the possibility of testing systematically the influence of the numerous factors which determine the performance of a haulage system of some extension. Then it becomes feasible to estimate on an objective basis the economical advantages of a flush traffic and the expense involved in improving the transport infrastructure.

The programme described allows the simulation of locomotive traffic between a shaft and 9 producing faces, taking into account the restrictions resulting from the structure of the tracks (single or double track, switches, capacity of sidings, etc.) and the random variations of face production rates and travelling times. This makes it possible to produce a statistical statement of the effects of : modifying the number of minecars or locomotives, travelling or maneuvering times, duplicating a track, changing the dispatching policy or displacing the decision points where trains are distributed towards the different loading points, etc.

The simulation process, based on time-slicing, is described in chapters 1 and 2 and illustrated with three actual examples. The following chapters show the conversion of this process into FORTRAN language, and demonstrate how the network of tracks and the situation of the locomotives can be expressed as a numerical table.

Simulation of 15 successive shifts takes about 5 to 6 minutes of an IBM 360/40 computer. Results can be edited in a summarized or in a developed form. In any case, the production losses are totalized and classified following the different restriction factors which are likely to limit the performance of the system.

SOMMAIRE

0. Introduction.
1. La simulation.
10. Position du problème.
11. Mécanisme de la simulation.
110. Time slicing.
111. Circulation des locomotives sur les sections.
112. Production des chantiers.
113. Décisions du dispatcher.
1131. Arrivée d'une loco en fin de section.
1132. Manœuvres aux chantiers ou au puits.
1133. Choix des destinations.
114. Expression des résultats.
12. Possibilités d'application.
2. Etudes réalisées.
20. Cadre.
21. Transport à l'étage de 600 (août 1970).
22. Transport à l'étage 735 (novembre 1970).
23. Le problème de la « Jonction » à 600 (février 1971).
3. Programmation de la simulation sur ordinateur.
30. Introduction.
31. Représentation du réseau.
32. Représentation des locomotives sur le réseau (TEE).
33. Passage d'une section à la suivante (TAB).
34. Dispatch.
35. Production des tailles, extraction du puits.
36. Ordinogramme général, déroulement du programme.
4. Introduction des données.
5. Sortie des résultats.
6. Conclusions.

INDELING

0. Inleiding.
1. De simulatie.
10. Probleemstelling.
11. Simulatieproces.
110. Time slicing.
111. Locomotievenverkeer op de spoorsecties.
112. Productie van de werkpunten.
113. Beslissingen van de dispatcher.
1131. Loco op het einde van een sectie.
1132. Maneuvers aan de laadpunten en aan de schacht.
1133. Toewijzing van de bestemmingen.
114. Uitdrukkingsvorm van de resultaten.
12. Toepassingsmogelijkheden.
2. Verwezenlijkte studies.
20. Situering van het bedrijf.
21. Vervoer op de 600 m verdieping (augustus 1970).
22. Vervoer op de 735 m verdieping (november 1970).
23. De z.g. « Jonction » op 600 m (februari 1971).
3. Het programmeren van de simulatie op de computer.
30. Inleiding.
31. Voorstelling van het spoornet.
32. Voorstelling van de locomotieven op het net (TEE).
33. Overgang van een sectie naar de volgende (TAB).
34. Dispatch.
35. Productie van de pijlers, extractie aan de schacht.
36. Algemeen ordinogram, afwikkeling van het programma.
4. Invoeren van de gegevens.
5. Weergeven van de uitslagen.
6. Besluiten.

0. INTRODUCTION

Le problème de la simulation sur ordinateur du roulage par locomotives a été proposé en 1967 comme travail de fin d'études par M. de Crombrugghe, Professeur d'Exploitation des Mines, à MM. Cauwe, de Cordier et Polet, à l'époque étudiants de 5ème année à l'Université Catholique de Louvain. Ces messieurs, travaillant en équipe, ont rassemblé des données, principalement aux sièges de Zolder et de Winterslag de la N.V. Kempense Steenkolenmijnen, ont mis au point le mécanisme du programme FORTRAN IV, en particulier la représentation par les matrices TAB

0. INLEIDING

De simulatie op een computer van het locomotievenverkeer ondergrond werd in 1967 door de heer de Crombrugghe, Professor voor Mijnbouw, als opdracht voor hun eindwerk voorgesteld aan de heren Cauwe, de Cordier en Polet, op dat ogenblik 5de jaarstudenten aan de Leuvense Universiteit. Genoemde heren hebben in ploegverband gegevens verzameld, hoofdzakelijk in de zetels Zolder en Winterslag van de N.V. Kempense Steenkolenmijnen. Zij hebben het simulatieproces ontworpen en in FORTRAN IV taal geprogrammeerd. In het bijzonder hebben zij de voorstel-

et TEE du réseau et des contraintes qui en résultent, et ont pu en tester la validité par la simulation sur l'ordinateur IBM 360/40 de l'université de Louvain d'un réseau fictif et d'une partie du réseau de Zolder.

L'année suivante (1968-69), M. J.L. De Roy a parachevé le travail, en généralisant la formulation des données et en assouplissant les notations, et, grâce à l'aide de MM. Van Rompaey, chef du service organisation du fond de Winterslag et de M. Resseler, chef du service organisation à Zolder, il a pu simuler les réseaux de ces charbonnages. Des contacts intéressants ont été pris avec les Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais et avec M. Engel de l'Ecole des Mines de Paris (voir réf. 5 et 8). M. De Roy a, de plus, élaboré les modifications nécessaires pour simuler des postes successifs différenciés, le transport du personnel et celui des pierres des préparatoires.

En 1970 et 1971, M. Van Rompaey a étudié ce programme avec l'aide de M. Cauwe et l'a appliqué avec succès avec la collaboration de M. Charlez à différents problèmes concernant le charbonnage de Winterslag. Ces études ont été traitées sur l'ordinateur IBM 360/40 de Zolder et sont décrites au chapitre 2 ci-après. M. Charlez a rédigé la plus grande partie de la présente note.

Quoique de nombreux perfectionnements puissent encore être apportés à ce programme, les études déjà effectuées montrent qu'il est opérationnel et il nous a semblé utile d'en faire connaître les grandes lignes. Les chapitres 1 et 2 de la note visent à donner une idée générale du mécanisme et des possibilités de la simulation. Les chapitres 3 à 6 entrent dans le détail du traitement sur ordinateur et constituent un mode d'emploi destiné à faciliter le maniement du programme et la mise en forme des données.

Le programme lui-même est disponible au siège de Winterslag des Kempense Steenkolenmijnen, qui fournira volontiers des renseignements complémentaires.

1. LA SIMULATION

10. Position du problème

Le transport est, dans la mine, un problème primordial, au point qu'on a parfois dit que toute l'exploitation des mines se réduit à un problème de transport. Si cette affirmation est, bien entendu, exagérée, elle n'en traduit pas moins très nettement le découragement, la déception du mineur qui, ayant résolu ses problèmes d'abat-

ling van de structuur van het spoornet en van de eruit voortspruitende beperkingen bij middel van de matrices TAB en TEE ontwikkeld. De geldigheid van het programma werd op de IBM 360/40 computer van de universiteit aan een ingebeeld net en aan een deel van het net van Zolder getest.

Het volgend jaar (1968-69) werd het werk door de heer De Roy voortgezet : de formulering werd versoepeld en veralgemeend. Met de hulp van de heren Van Rompaey en Resseler, hoofden van de Organisatiediensten in Winterslag en in Zolder, werden de netten van beide mijnen in simulatie gebracht. Leerzame contacten werden genomen met de Houillères du Nord et du Pas-de-Calais, en met de heer Engel, van de Ecole des Mines de Paris (ref. 5 en 8). Verder heeft de heer De Roy de nodige wijzigingen ontworpen om het vervoer van het personeel en van de stenen uit de voorbereidende werken in de simulatie te betrekken, ofwel om posten met verschillende gegevens cyclisch achter elkaar te simuleren.

In 1970 en 1971 heeft de heer Van Rompaey, met de hulp van de heer Cauwe, het programma ingestudeerd en met medewerking van de heer Charlez succesvol op verschillende problemen betreffende het vervoer in de mijn van Winterslag toegepast. Deze studies werden op de IBM 360/40 computer van Zolder verwerkt : zij worden in hoofdstuk 2 beschreven. De heer Charlez heeft onderhavige nota grotendeels opgesteld.

Al is dit programma nog voor veel verbeteringen vatbaar, de uitgevoerde studies bewijzen dat het als operationeel beschouwd mag worden, en daarom hebben wij het nuttig geoordeeld de grote lijnen ervan bekend te maken. Bedoeling van hoofdstukken 1 en 2 is een algemeen gedacht te geven van het proces en van de mogelijkheden van de simulatie. De hoofdstukken 3 tot 6 gaan verder in het detail van de behandeling op de computer, en worden opgevat als een handleiding om het hanteren van het programma en het opstellen van de gegevens te vergemakkelijken.

Het programma zelf is op de zetel Winterslag van de Kempense Steenkolenmijnen beschikbaar, alwaar alle verdere inlichtingen gaarne verstrekt zullen worden.

1. DE SIMULATIE

10. Probleemstelling

Het vervoer is, in de mijn, een probleem van doorslaggevend belang; zo ver zelfs dat ooit gezegd werd dat de hele mijnbouw tot een ver-vervoerkwestie teruggebracht kon worden. Al is die bewering overdreven, dan vertolkt zij toch zeer treffend de teleurstelling en ontgoocheling van de mijningenieur, nadat hij zijn winnings-,

tage, de soutènement, d'exhaure et de ventilation, se trouve pris à la gorge et frustré de son succès par les déficiences, l'insuffisance ou l'irrégularité d'un système d'évacuation étriqué ou aléatoire.

ondersteunings-, bemalings- en ventilatieproblemen opgelost heeft, wanneer hij onverwachts de knel voelt van een ontoereikend of onbetrouwbaar vervoersysteem, en hierdoor de verhoopte uitslagen niet kan bekomen.

Une mine en expansion voit normalement sa production s'accroître dans le temps, tandis que les chantiers se trouvent de plus en plus loin du puits. La concentration et la mécanisation de la production provoquent des pointes de débits de plus en plus importantes, tandis que les conséquences d'un arrêt deviennent de plus en plus graves. Or, le système d'évacuation qui doit répondre à ces exigences de plus en plus sévères est lié à la section et à la structure du réseau de galeries, fixé généralement dès le début de l'existence de la mine. Le matériel utilisé s'amortit moins vite et se renouvelle beaucoup plus lentement que celui des chantiers. Des modifications éventuelles impliquent souvent des investissements élevés, des travaux de longue durée et de nombreuses difficultés techniques.

Wanneer een mijn zich ontwikkelt, dan neemt normaal de productie met de tijd toe, terwijl de afstanden maar steeds groter worden. De concentratie en de mechanisatie van de winning veroorzaken steeds grotere productiepieken, terwijl de gevolgen van een halte steeds erger aangevoeld worden. Het vervoersysteem dat aan deze steeds hogere eisen moet voldoen is echter afhankelijk van de structuur en de sectie van een galerijennet, dat meestal bij het begin zelf van de mijn onherroepelijk vastgelegd werd. De transportuitrusting wordt langzamer afgeschreven en hernieuwd dan die van de winningsplaatsen. Gebeurlijke wijzigingen gaan niet zonder hoge investeringen, langdurige werken, en technische moeilijkheden.

C'est pourquoi le problème du transport est chronique dans la mine, soit qu'il s'agisse de tirer le meilleur parti d'un système limité par de nombreuses contraintes, soit qu'il s'agisse de créer un nouveau système et de justifier les investissements nécessaires par la souplesse avec laquelle il satisfera les besoins futurs, souvent difficiles à déterminer.

Om die reden is het dat het vervoerprobleem zich in de mijn herhaaldelijk stelt; dikwijls moet men uit een bestaande toestand met veelvuldige belemmeringen het maximum halen; soms heeft men de gelegenheid iets nieuws te scheppen : dan moet men de nodige investeringen afwegen tegenover de doelmatigheid van een bepaald voorstel in functie van de steeds moeilijk te bepalen toekomstige behoeften.

Malgré le progrès des transports par convoyeurs ou par engins sur pneus, les rames de berlines tractées par locomotives, classiques dans les charbonnages européens, restent la solution la plus économique pour le transport à longue distance (2 à 10 km) de productions importantes (2000 à 15000 t/jour) dans des gisements où les pressions de terrain limitent la section des galeries, et où les irrégularités géologiques dispersent les points de production et imposent de fréquents changements de direction.

De mogelijkheden van transportbanden en van autonome voertuigen worden meer en meer gewaardeerd. Het vervoer met mijnwagens en locomotieven blijft echter de aangewezen oplossing in veel gevallen waar, zoals in de meeste Europese koolmijnen :

— de afstanden zeer groot zijn (2 tot 10 km);
— de productie belangrijk is (2000 tot 15000 ton/dag);
— de doorsneden van de galerijen omwille van de terreindruk beperkt blijft;
— de geologische structuur oorzaak is van de spreiding der productiepunten en van veelvuldige richtingsveranderingen.

Cependant, si le transport par berlines a l'avantage de la souplesse au point de vue stockage temporaire et diversité des matériaux tranportés (produits, stériles, matériel neuf ou usagé), il se caractérise également par une grande complexité : disposition des voies et problèmes de croisement, nombre de berlines et de tracteurs, affectation des rames aux différents chantiers, transmission des demandes des chantiers et des ordres aux machinistes, stockage des berlines pleines et vides en attente, organisation des manœuvres aux points de chargement et au puits, etc... Il n'est donc pas simple de mettre au point,

Indien echter het vervoer met mijnwagens zeer soepel is betreffende het tijdelijk opslaan en de verscheidenheid van de vervoerde goederen (productie, stenen, nieuw of oud materieel), dan heeft het ook het nadeel van een grote complexiteit : sporenschikking en kruisingsproblemen, aantal wagens en sleeptuigen, toewijzing van de treinen aan de verschillende productiepunten, overbrenging van de aanvragen van de laadpunten en doorsturen van de richtlijnen naar de machinisten, opslaan van wachtende lege en volle wagens, organisatie van de maneuvers aan de laadpunten en aan de schachten, enz... Voor een gegeven

dans le cadre d'une infrastructure donnée, l'organisation du roulage qui assurera le plus efficacement la liaison entre chantiers et puits, avec le compromis optimum entre l'importance des moyens mis en œuvre et la fréquence des arrêts de production dus au « manque à vides ».

Le bon sens et la routine permettent généralement d'adopter une solution « acceptable », corrigée empiriquement au cours de l'évolution de la mine. Mais rien ne permet d'affirmer que cette solution est optimum, et que des améliorations importantes du service, ou des économies notables de matériel ne pourraient être réalisées.

Si, d'autre part, le système de transport s'avère insuffisant, il est souvent difficile de déceler avec certitude la cause de l'insuffisance (nombre de berlines ou de locomotives, infrastructure, capacité de garage etc...) et, si le « bon sens » est capable de trouver rapidement une solution dans les cas simples, il est souvent incapable de départager objectivement les conflits résultant d'une situation plus complexe.

Une étude systématique s'impose donc de temps à autre, et là où cette étude a pu être faite, elle a amené des conclusions précieuses et souvent inattendues. Malheureusement, pareille étude nécessite du temps et une équipe nombreuse et compétente.

En effet :

— Les données à recueillir sont variées et multiples : répartition dans le temps et l'espace des productions des tailles, capacité des puits, structure du réseau de roulage, capacité des garages, temps de parcours, etc...

— Ces données ont, pour la plupart un caractère aléatoire, et, de plus, sont variables dans le temps. Elles ne peuvent être déterminées que sur base statistique, ce qui implique des relevés de longue durée. Mais si ces relevés durent trop longtemps, les résultats risquent d'être dépassés par l'évolution de la situation avant même que la solution soit élaborée.

— Par leur caractère discontinu, les problèmes de roulage ne se prêtent pas à un calcul analytique, à moins de procéder à des simplifications telles que les solutions obtenues perdent toute signification.

  Par ailleurs, des essais réels perturberaient l'exploitation et exigeraient, pour neutraliser les fluctuations statistiques, des durées prohibitives. Ils ne se prêtent pas à l'essai de variantes supposant des acquisitions de matériel ou des modifications d'infrastructure, et ne permettent évidemment pas d'étudier des situations futures, comme l'infrastructure d'un nouvel étage par exemple.

infrastructuur is het dus niet zo eenvoudig de verkeersorganisatie op punt te stellen die op de meest doelmatige wijze de verbinding tussen werkplaatsen en schachten tot stand zal brengen, en een optimaal vergelijk zal scheppen tussen de kosten van de daartoe nodige middelen enerzijds, en de productieverliezen tengevolge van het « tekort aan legen » anderzijds.

Het gezond verstand en de ervaring brengen gewoonlijk tot een « aanneembare » oplossing, die tijdens de ontwikkeling van de mijn empirisch aangepast wordt. Niets bewijst echter dat zulke oplossing het optimum benadert, en dat belangrijke verbeteringen van het bedrijf, of gevoelige besparingen aan uitrusting niet mogelijk blijven.

Indien anderzijds het vervoersysteem ondoelmatig blijkt, dan is het dikwijls moeilijk de oorzaak van de ontoereikendheid (aantal wagens of locomotieven, infrastructuur, stockeermogelijkheden...) met zekerheid vast te stellen. Eenvoudige gevallen kunnen door het gezond verstand opgelost worden; over ingewikkelde toestanden is het echter dikwijls onmogelijk een objectief oordeel te vellen.

Af en toe wordt het dus onontbeerlijk een systematische studie te ondernemen, en dit brengt dikwijls kostbare, en onverwachte besluiten mee. Ongelukkiglijk vraagt zulke studie in het algemeen veel tijd en een talrijke ploeg bevoegde waarnemers. Inderdaad :

— veelvuldige en uiteenlopende gegevens moeten verzameld worden : spreiding in de tijd en in de ruimte van de productie der werkplaatsen, ophaalcapaciteit der schachten, structuur van het spoornet, capaciteit van de rangeersporen, reistijden, enz.;

— deze gegevens zijn toevalsveranderlijken, en tijdsveranderlijken. Zij kunnen slechts op statistische basis bepaald worden, hetgeen veel tijd vergt. Maar indien de opname te lang duurt loopt men het gevaar dat de gegevens voorbijgestreefd kunnen zijn door de ontwikkeling van de toestand voordat de oplossing uitgewerkt is;

— treinverkeersproblemen zijn uiteraard discontinu, en dus niet vatbaar voor analytische berekeningen, tenzij zij zodanig geschematiseerd worden dat de oplossing zinloos wordt. Anderzijds blijven experimenten op het werkelijk systeem omwille van de storing van het bedrijf, de duur en de statistische spreiding gewoonlijk ondenkbaar. Zij zijn uiteraard uitgesloten voor de studie van een ontwerp (nieuwe verdieping bij voorbeeld).

Il paraît donc bien naturel de traiter ce problème par simulation. Ceci consiste, en partant de données réelles, à supputer chronologiquement le déroulement de tout un poste (ou de plusieurs postes) en faisant intervenir à chaque instant, suivant un schéma soit déterministe, soit probabiliste, les événements : production d'une taille, chargement d'une rame, déplacement d'une locomotive, croisement de deux trains, attente devant une voie occupée... etc, susceptibles de jouer un rôle dans le transport, et qui, pour la plupart, résultent des événements précédents.

Suivant les moyens et le temps dont on dispose, et la précision des données recueillies, la représentation des détails de la réalité sera plus ou moins poussée dans la simulation. Si l'on veut tenir compte du caractère aléatoire des données, il faudra effectuer un nombre suffisant d'essais pour se faire une idée correcte de la valeur moyenne et la dispersion des résultats.

Il existe de beaux exemples de simulations exécutées par voie manuelle (réf. 1-2-11). Mais il est clair que ces simulations demandent énormément de travail, et qu'il n'est pas possible de les multiplier pour obtenir des résultats statistiques. C'est pourquoi l'idée de la simulation sur ordinateur s'imposait. Elle a été mise en œuvre de divers côtés (réf. 3-4-5-8). Nous présentons ci-après une variante qui a été imaginée en fonction des conditions de transport de grands charbonnages et que l'on s'est efforcé de rendre aussi souple que possible.

11. Mécanisme de la simulation

Nous nous sommes efforcés de décrire ci-après le processus logique utilisé dans la simulation, indépendamment de l'utilisation de l'ordinateur. La transposition en termes de programmation a été reportée au chapitre 3.

110. Time slicing

Deux techniques peuvent être utilisées pour assurer le déroulement chronologique de la simulation.

a) Le découpage en tranches de temps constantes (p. ex. une minute), ou « time slicing » : à chaque minute d'horloge on détermine la situation résultant de l'évolution de chaque élément du système depuis la tranche de temps précédente : déplacement de chaque locomotive, évolution du nombre de berlines chargées à chaque point de chargement, extraction du puits. Après chaque tranche de temps on établit

Het ligt dus voor de hand dat zulke problemen van de simulatietechniek ressorteren. Dit bestaat erin, uitgaande van werkelijkheidsgetrouwe vertrektoestanden, de afwikkeling van een (of verschillende) posten chronologisch vooraf te bepalen, met inachtneming, op ieder ogenblik, van al de gebeurtenissen zoals pijlerproductie, laden van een trein, verplaatsing van een locomotief, kruising van twee treinen, wachten voor een bezet spoor... die het vervoer kunnen beïnvloeden, en die meestal van de vorige gebeurtenissen kunnen afgeleid worden. Deze afleiding kan volgens een welbepaald schema voorzien worden, ofwel aan de toevalswetten onderworpen worden.

Naargelang de tijd en de middelen waarover men beschikt, en de nauwkeurigheid van de beschikbare gegevens, zal men de werkelijkheid met min of meer getrouwheid gaan nabootsen. Indien men rekening wenst te houden met de toevalsafhankelijkheid van de gegevens zal men een voldoende aantal simulaties moeten uitvoeren om een overvalst beeld van de gemiddelde waarde en van de spreiding van de uitslagen te bekomen.

Schone voorbeelden van met de hand uitgevoerde simulaties werden beschreven (ref. 1 - 2 - 11). Het ligt echter voor de hand dat dit zeer veel arbeid vraagt, en dat het niet mogelijk is dit proces te herhalen om statistisch geldige gemiddelden te bekomen. Voor deze reden dringt het gebruik van de computer zich op. Dit werd langs verschillende zijden ondernomen (ref. 3 - 4 - 5 - 8). Wij stellen hier een variante van deze metode voor, die met het oog op de vervoeromstandigheden in grote koolmijnen ontworpen werd, en waarin zoveel mogelijk naar soepelheid gestreefd werd.

11. Simulatieproces

De beschrijving van het logisch simulatieproces volgt hierna, volledig los van de behandeling op de computer. Alle programmatiebegrippen werden naar hoofdstuk 3 verwezen.

110. Time slicing

Om de tijdsafwikkeling van een vervoersysteem te bewerken kunnen twee technieken in aanmerking komen :

a) de indeling in gelijke tijdseenheden of schijven (b.v. één minuut), m.a.w. « time-slicing » : na iedere minuut wordt de toestand bepaald uitgaande van de toestand die een minuut vroeger heerste, in functie van de gekende verandering van ieder element : verplaatsing van een locomotief, toename van het aantal geladen wagens onder een laadpunt, extractie aan de schacht. Na iedere tijdschijf wordt dus een

donc une situation complète du réseau, servant éventuellement de base à une décision : envoi d'une rame vide à un chantier, départ d'une rame pleine, passage d'un aiguillage ou attente devant une voie occupée, etc...

b) Event sequencing, ou succession d'événements : lors de chaque événement (p. ex. entrée d'une loco sur une voie) on calcule et on mémorise le moment de l'événement qui en résulte logiquement (arrivée à l'extrémité de cette voie). Après chaque événement on considère le « Prochain événement », c'est-à-dire parmi tous ceux qui ont été mémorisés, celui dont le moment est le plus rapproché.

La première méthode entraîne des opérations inutiles (p. ex. si une locomotive met 10 minutes à parcourir une voie, elle sera prise en charge 10 fois) mais est beaucoup plus simple et générale au point de vue programmation. C'est celle qui a été adoptée ici.

A partir d'une situation initiale arbitraire (répartition sur le réseau des locomotives et des berlines — pleines ou vides — au début du poste), on déterminera donc l'évolution minute par minute jusqu'en fin de poste, la situation finale servant éventuellement de point de départ pour la simulation du poste suivant.

111. Circulation des locomotives sur les sections de voie

Le réseau de voies est divisé en sections numérotées comprises entre deux aiguillages ou points de croisement. Les deux sens de marche portent deux numéros différents, que la voie soit simple ou double (fig. 1).

Le temps moyen de parcours de chaque section est connu par chronométrage, ou peut être calculé en fonction de la longueur de la section au moyen d'une formule, tenant compte de la charge remorquée (pleins ou vides), du temps de manœuvre, etc... Ce temps est affecté d'une dispersion, et le temps réel est calculé chaque fois par tirage au sort (table de nombres tirés au hasard).

Les locomotives circulent toujours accompagnées d'une rame de berlines (vides ou pleines). Pour chaque loco on tient à jour une « feuille de route » indiquant :

— la destination de la locomotive;
— la section sur laquelle elle se trouve et dont elle interdit l'accès à toute autre loco circulant en sens contraire (le sens dans lequel la loco circule résulte de sa destination et du numérotage des sections);

volledige situatie van het net opgesteld; deze kan de elementen leveren voor een gebeurlijke beslissing : sturen van een trein lege wagens naar een laadpunt, vertrek van een trein met volle wagens, overgang van een trein over een wissel, wachten voor een bezet spoor, enz.;

b) opeenvolging van gebeurtenissen of « eventsequencing » : na iedere gebeurtenis (b.v. binnenrijden van een locomotief op een spoorsectie) wordt het ogenblik berekend en opgetekend waar de gebeurtenis die logisch hierop volgt zich zal voordoen (b.v. aankomst van de locomotief op het einde van de sectie). Na iedere gebeurtenis zoekt men de eerstvolgende gebeurtenis op, t.t.z. tussen al degene die opgetekend werden deze die het vroegst moet tussenkomen.

De eerste metode veroorzaakt nutteloze bewerkingen (b.v. indien een locomotief 10 min. lang in een sectie rijdt zal zij 10 maal in behandeling genomen worden) maar zij is veel eenvoudiger en algemener dan de andere. Zij werd hier toegepast.

Vanuit een willekeurige, doch realistische begintoestand (verdeling over het spoornet van locomotieven, volle en lege wagens in het begin van de post), zullen wij dus minuut per minuut, tot aan het einde van de post, de afwikkeling van de toestand bepalen. De eindtoestand kan gebeurlijk als begintoestand voor de volgende post gebruikt worden.

111. Locomotievenverkeer op de spoorsecties

Het spoornet is in genummerde secties ingedeeld, die telkens tussen twee wissels of kruispunten bevat zijn. De twee rijrichtingen worden met twee verschillende nummers gemerkt, zowel bij enkel als bij dubbelspoor (fig. 1).

De gemiddelde duur van de verplaatsing langs een sectie is door tijdopnamen bepaald, of kan in functie van de afstand met een formule berekend worden die met de lading (vollen of legen), de maneuvertijden (versnellen, remmen), enz... rekening houdt. Bij die tijd hoort een bepaalde spreiding, zodat de werkelijke tijd telkens volgens een toevalswet berekend wordt (b.v. met een tafel van toevalsgetallen).

De locomotieven rijden steeds met een trein (legen of vollen). Voor iedere locomotief wordt een « reisblad » bijgehouden met :

— de bestemming van de locomotief;
— de sectie waar ze zich bevindt, en waarvan de toegang tot iedere andere locomotief die in de tegenovergestelde richting zou rijden ontzegd moet worden (de rijrichting wordt bepaald door de nummering van de secties en de bestemming);

— l'aiguillage par lequel elle a pénétré dans cette section et dont elle interdit l'accès pendant 3 minutes à toute autre locomotive (temps de passage de la rame sur l'aiguillage) ;

— éventuellement une seconde section et un second aiguillage ou croisement dont elle interdirait l'accès à cause de configurations particulières du réseau (fig. 1) ;

— la durée du parcours de la section;

— le temps depuis lequel la loco est dans la section.

— de wissel waarlangs de locomotief bedoelde sectie opgereden is, en die gedurende 3 minuten ontzegd wordt aan iedere andere locomotief (t.t.z. totdat de hele trein voorbijgereden is).

— gebeurlijk een tweede sectie of wissel, die omwille van de plaatselijke schikking van de sporen gesperd moeten blijven (fig. 1) ;

— de duur van de verplaatsing langs bedoelde sectie;

— de tijd sedert dewelke de loco de sectie binnengereden is (verblijfstijd) ;

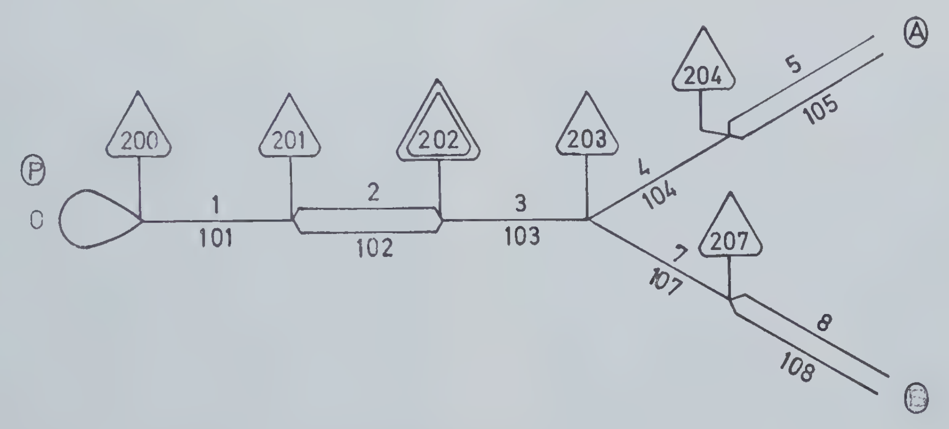


Fig. 1.

La loco avec destination... De loco met bestemming...	quittant la section... op het einde van sectie...	contrôle la disponibilité de... vraagt vrije toegang naar...	puis occupe les sections : en bezet de secties :	et les aiguillages (3 min) : en de wissels (3 min) :
A — B	0	200 - 101	1	200
A — B	1	201	2	201
A (a)	2	202 - 103 - 104	3 — 4 (b)	202
A	3	(203 - 104) (c)	4	203
A	4	204	5	204
...	...	...	...	...
B (a)	2	202 - 103 - 107	3 — 7 (b)	202
B	3	(203 - 107) (c)	7	203
B	7	207	8	207
...	...	...	...	...
P	105	204 - 4	104	204
P	104	203 - 3	103	203
P	103	202	102	202
...	...	...	...	...

(a) : Choix de destination en 202 — Bestemmingskeuze in 202.
(b) : Occupation de 2 sections successives à simple voie — Bezetting van twee opeenvolgende enkelspoor secties.
(c) : Contrôle toujours positif à cause de (b) — Controle omwille van (b) steeds positief.

A chaque tranche de temps, ce temps de séjour est remis à jour, indiquant ainsi d'une façon automatique la progression du train dans la section. Lorsque le temps de séjour est égal à la durée du parcours, la loco est arrivée au bout de la section. Elle fera appel au « dispatch » qui lui donnera les instructions pour attendre ou continuer sa route et substituera une nouvelle feuille de route à l'ancienne. Après les manœuvres aux chantiers ou au puits, les locos occupent des sections d'attente dont elles sortent, non pas en fonc-

Bij iedere tijdschijf wordt de verblijfstijd bijgewerkt, zodat de vordering van de trein in de sectie automatisch geregistreerd wordt. Wanneer de verblijfstijd gelijk wordt aan de verplaatsingsduur, dan is de locomotief op het einde van de sectie geraakt. Zij zal beroep doen op de « dispatch » die de nodige richtlijnen zal geven om te wachten of om verder te rijden, en aan de locomachinist desgevallend een nieuw reisblad zal overhandigen. Na het uitvoeren van maneuvers aan de laadpunten of aan de schachten blijven

tion du temps de séjour, mais suite à des décisions du dispatch (basées sur le nombre de berlines chargées).

112. Production des chantiers

Pendant chaque tranche de temps, chaque chantier produit un certain nombre de berlines. Ce nombre est à soustraire du nombre de berlines vides en attente, et s'ajoute au nombre de berlines pleines stockées après le point de chargement. S'il n'y a pas de berlines vides disponibles ou s'il n'y a plus de place pour stocker les berlines pleines, la taille s'arrête jusqu'à l'arrivée d'une loco, et la perte de production est comptabilisée.

Il ne serait pas réaliste de tabler pour chaque tranche de temps sur une production constante (calculée à partir de la moyenne) pour chaque point de chargement. On admet donc une dispersion, et pour chaque période, la production résultera d'un tirage au sort. Cependant, pour pouvoir simuler les déplacements des locos sur des sections de faible longueur, les tranches de temps doivent être courtes, p. ex. 1 minute. Mais, si on effectue un tirage toutes les minutes au moyen d'une loi donnant une même probabilité à toutes les valeurs comprises entre 0 et le double de la production moyenne par minute P (diagramme de fréquence rectangulaire entre 0 et 2 P), la dispersion sur l'ensemble du poste, soit sur la somme de 360 tirages environ, n'atteindrait que 3 % approximativement de la production normale de la taille, à cause de l'effet régulateur de la loi des grands nombres. Pour neutraliser cet effet, nous procédons pour chaque taille, toutes les 10 minutes p. ex., soit environ 36 fois par poste, à un tirage dont le résultat est retenu pour les 10 minutes suivantes. En faisant varier entre 0 et 2 P les limites de ce tirage, nous pouvons faire varier la dispersion sur le poste entre 0 et 10 % de la production. Ce procédé tient compte des irrégularités normales de la production et s'accorde bien avec la corrélation observée entre les temps de remplissage des berlines à l'intérieur d'intervalles de temps inférieurs à 15 minutes (réf. 10). Il ne tient évidemment pas compte des grands arrêts (pannes graves) perturbant accidentellement la production - et le transport. Nous reviendrons sur ce point (**12**).

Au puits (ou au culbutage dans le cas d'une extraction par skip) le processus est analogue mais inversé : à chaque tranche de temps, un certain nombre de berlines pleines seront remplacées par un même nombre de vides, sauf en cas de manque de pleins ou d'encombrement du côté des vides. Le nombre de berlines encagées ou culbutées par minute varie aléatoirement (mais dans une mesure beaucoup plus faible que la produc-

de locomotieven op wachtsecties staan, waaruit zij niet in functie van de tijd, maar volgens beslissingen van de dispatch (gesteund op het aantal volle of lege wagens) buitenkomen.

112. Productie van de werkplaatsen

Gedurende iedere tijdseenheid produceert iedere winningspunt een aantal wagens. Dit getal wordt afgetrokken van de in het laadpunt wachtende lege wagens, en opgeteld bij de vollen. Indien er geen lege wagens beschikbaar staan, of indien er geen plaats meer is om volle wagens op te slaan, dan wordt de pijler stilgezet totdat een locomotief aankomt, en het productieverlies wordt opgetekend.

Het zou weinig realistisch zijn voor iedere tijdseenheid over een constante productie (gesteund op het gegeven gemiddelde) voor ieder laadpunt te rekenen. Wij voeren dus een dispersie in, en voor iedere tijdsschijf zal de productie van een toevalswet afhankelijk gemaakt worden. De tijdsschijven worden echter liefst kort gehouden (b.v. 1 min.), om de verplaatsingen van locos langs korte secties te kunnen simuleren. Wij zullen dus per post veel trekkingen hebben (b.v. 360). Zelfs indien wij iedere minuut de productie volgens een toevalswet met gelijke waarschijnlijkheid voor alle waarden tussen 0 en het dubbel van de gemiddelde productie (rechthoekig frequentiediagram tussen 0 en 2 P) laten schommelen, zal de dispersie over de ganse post, omwille van de wet van de grote getallen, slechts 3 % van de normale pijlerproductie bereiken.

Om hieraan te verhelpen bepalen wij voor iedere pijler slechts om de 10 minuten, dus 36 maal per post, een toevalswaarde voor de productie, die gedurende de volgende 10 minuten geldig blijft. Door de grenzen van de verdelingswet tussen 0 en 2 P te verleggen kunnen wij de dispersie over de ganse post tussen 0 en 10 % instellen. Dit proces houdt rekening met de normale schommelingen van de productie, en is in overeenkomst met de correlatie die tussen de vultijden van mijnwagens binnen een tijdsinterval van 15 minuut waargenomen wordt (ref. 10). Dit houdt natuurlijk nog geen rekening met de grote halten (ernstige storingen) die de productie en het vervoer af en toe ontredderen. Hierover komen wij later terug (**12**).

Aan de schacht (inkooien of kippen van de wagens) heeft men een gelijkaardig, doch omgekeerd proces : tijdens iedere tijdseenheid worden een aantal volle wagens door legen vervangen, behalve in het geval dat er geen vollen aanwezig zijn of dat er overbezetting is aan de kant van de legen. Het aantal wagens die per minuut behandeld worden is aan het toeval onderworpen, en schommelt, in veel kleinere maat dan aan de

tion des chantiers) autour de la capacité moyenne de l'installation.

Comme aux chantiers, les stocks de pleins et de vides subiront des variations brusques au moment de l'arrivée ou du départ des locos. Un temps de manœuvre (défini indépendamment pour chaque chantier ou puits) sépare ces deux instants.

Il peut être intéressant, pour déterminer les nombres de berlines ou les capacités de garage nécessaires, de noter les nombres maximum et minimum de pleins ou de vides présents à un moment donné au puits.

113. Décisions du dispatcher

Si les processus décrits aux paragraphes précédents sont simples, automatiques, et d'application très générale, les procédures à suivre lors du passage d'une loco d'une section à une autre, ou pour quitter un point de chargement, sont beaucoup plus complexes, et varieront en fonction de la nature du réseau, de la politique que l'on s'impose, de contraintes diverses. Ces procédures ont été groupées sous le nom de « dispatcher », regroupant tous les processus de décision normalement répartis entre un dispatching éventuel, les machinistes de locomotives et les préposés aux points de chargements, aidés par une signalisation ou un système de télécommunication plus ou moins élaborés.

1131. *Arrivée d'une locomotive en fin de section*

Arrivée en fin de section (temps de séjour égal au temps de parcours) la locomotive interroge le dispatcher. Celui-ci dispose d'un memento rédigé une fois pour toutes sous forme d'une table. En fonction de la localisation et de la destination de la locomotive, cette table indique quelle est la section suivante à parcourir et quelles conditions doivent être satisfaites pour que la loco puisse s'engager dans cette section suivante. Normalement il faut s'assurer :

— que l'aiguillage d'entrée de cette section est libre;
— qu'une voie unique n'est pas parcourue en sens contraire par une autre loco (c.à.d. que la section correspondant au sens opposé est libre). Par contre, si la section était parcourue dans le même sens par une autre rame, rien n'empêcherait la loco de s'y engager après un intervalle de 3 min. correspondant à la libération de l'aiguillage.

Selon la configuration du réseau, il faudra éventuellement vérifier en outre :

— qu'un second aiguillage ou croisement coupant la section est libre.

laadpunten, rond de gemiddelde capaciteit van de ophaalinstallatie.

Zoals aan de laadpunten ondergaan de hoeveelheden volle en lege wagens plotse veranderingen bij de aankomst of het vertrek van de locomotieven. Tussen beide ogenblikken wordt een maneuvertijd voorzien (afzonderlijk voor iedere laadpunt of schacht te bepalen).

Om het nodig aantal wagens, of de nodige lengte van een rangeerspoor te bepalen, is het interessant het maximum aantal wagens op te tekenen dat zich op eender welk ogenblik op een bepaalde plaats bevindt (b.v. schacht, kant van de legen).

113. Beslissingen van de dispatcher

De hierboven beschreven processen zijn vrij eenvoudig, automatisch, en algemeen toepasselijk. De procedures om een locomotief van een sectie naar de volgende toe te laten, of om een laadpunt te verlaten, zijn meer ingewikkeld, en zullen in functie van de structuur van het net, van de opgelegde politiek of van beperkende elementen allerhande uiteenlopen. Deze procedures werden hier onder de naam « dispatcher » bijeengebracht en omvatten al de beslissingsprocessen die in de werkelijkheid onder een gebeurlijk dispatchingcentrum, de locomotiefmachinisten en de aangestelden aan de laadpunten verdeeld worden met de hulp van een min of meer ontwikkeld signalisatie- of telecommunicatiesysteem.

1131. Locomotief op het einde van een sectie

Op het einde toegekomen van een sectie (verblijfsduur = reisduur) vraagt de locomotief de dispatcher om richtlijnen. Deze beschikt over een « memento » dat bij de studie van het net onder de vorm van een tabel (TAB) opgesteld werd. In functie van de sectie waar de locomotief zich bevindt en van de bestemming, geeft de tabel aan : welke de volgende sectie is die doorlopen moet worden, en aan welke voorwaarden voldaan moet worden om de locomotief op deze sectie toe te laten. Normaal zal nagegaan worden :

— of de wissel aan de ingang van de sectie vrij is;
— of een enkelspoor niet in tegenovergestelde zin door een andere locomotief doorlopen wordt (t.t.z. of de sectie die met de tegenovergestelde rijrichting overeenkomt niet bezet is). Daartegenover mag een loco zonder bezwaar een sectie oprijden die door een andere trein in dezelfde richting doorlopen wordt, voorzover 3 min. tussenin verlopen zijn om de ingangswissel vrij te maken.

Volgens de plaatselijke schikking van de sporen zal men gebeurlijk bovendien moeten nagaan :

— dat een ander wissel of kruispunt, dat de sectie doorsnijdt, vrij is;

— qu'une seconde section, à simple voie, faisant suite à la première (p. ex. les sections 4 ou 7 de la fig. 1 faisant suite à la section 3), n'est pas parcourue en sens contraire par une autre loco.

Pour effectuer ce contrôle, le dispatcher compare les interdictions indiquées dans sa table avec les sections et aiguillages occupés, renseignés sur les « feuilles de route » des différentes locomotives. Si une coïncidence apparaît, la loco attend sur place jusqu'au cycle suivant. Si la voie est libre, le dispatch remplace la feuille de route de la loco par une nouvelle, comportant les indications relatives à la nouvelle section (n° de section, aiguillage d'entrée, sections et aiguillages verrouillés avec la précédente). Le temps de parcours est fixé par tirage au sort, à partir du temps moyen (ou de la distance) et de la dispersion, et le temps de séjour est remis à zéro.

En réel, ce processus se déroulerait sur place et correspondrait au raisonnement des machinistes utilisant une signalisation (priorité au premier occupant de chaque section). Il pourrait également se concevoir chez un dispatcher disposant d'un schéma où apparaissent à chaque instant les sections occupées par les diverses rames, et pouvant transmettre par trolleyphone ses instructions aux machinistes.

1132. *Manœuvres aux chantiers ou au puits*

Une loco arrivant à un chantier y dépose le nombre de berlines vides indiqué sur sa feuille de route. Ce nombre est ajouté au compteur de vides du chantier. Le dispatch interroge alors le compteur de pleins du chantier. Si le nombre de pleins est trop faible pour former une rame, la loco attend. Si ce nombre est suffisant, le contenu de la rame est soustrait du compteur de pleins, la loco prend la rame en charge, reçoit une nouvelle feuille de route et repart, pour autant que la section à parcourir soit libre.

Nous avons ici le choix entre deux variantes : le nombre de berlines pleines dans une rame peut être fixé une fois pour toutes (et égal, forcément à celui des vides), ou bien il peut varier dans une certaine mesure autour d'une moyenne (égale au nombre des vides). La première solution est moins souple, mais la seconde peut entraîner des perturbations dans la répartition des berlines.

Au puits, le processus est identique, à cela près que les pleins remplacent les vides et vice-versa.

— dat een tweede enkelspoorsectie, aansluitend op het eerste (b.v. fig. 1), niet door een andere locomotief met tegengestelde rijrichting bezet is (b.v. sectie 4 en 7, aansluitend op sectie 3).

Om deze kontrole uit te voeren vergelijkt de dispatcher de onverenigbaarheden die op zijn tabel vermeld staan met de secties en wissels die op de reisbladen van de verschillende locomotieven als bezet vermeld staan. Indien een zelfde sectie of spoor op beide lijsten voorkomt moet de locomotief ter plaatse tot aan de volgende cyclus (tijdseenheid) blijven wachten. Indien het spoor vrij is, vervangt de dispatcher het reisblad van de locomotief door een nieuw, met de aanduidingen betreffende de nieuwe sectie (sectie n°, ingangswissel, secties en wissels die met bedoelde sectie « vergrendeld » zijn). De reisduur wordt volgens een toevalswet vastgelegd, steunend op gemiddelde duur en dispersie, en de verblijfstijd wordt met nul gelijkgesteld.

In de werkelijkheid zou deze procedure zich ter plaatse afwikkelen : zij stelt de redenering voor van de locomachinisten die van een signalisatie gebruik maken, met voorrang voor de eerste locomotief die een sectie oprijdt. Men kan ze ook opvatten als het werk van een dispatcher beschikkend over een lichtbord waar de stand van de locomotieven op ieder ogenblik zou verschijnen, met de mogelijkheid om zijn richtlijnen per trolleyfoon aan de machinisten door te geven.

1132. *Maneuvers aan de laadpunten en aan de schachten*

Wanneer een locomotief aan een laadpunt toekomt, dan laat zij daar de legen staan waarvan het aantal op het reisblad vermeld staat. Dit getal wordt aan de legen van het laadpunt bijgeteld. De dispatcher onderzoekt dan het aantal vollen van het laadpunt. Is dit aantal te klein om een trein te vormen, dan blijft de locomotief wachten. Indien het aantal voldoende is, dan wordt het bedoeld aantal aan de locomotief aangekoppeld en van de vollen van het laadpunt afgetrokken. De loco krijgt een nieuw reisblad, en vertrekt, voorzover de volgende sectie vrij is.

Hier hebben wij de keuze tussen twee varianten : het aantal volle wagens in een trein kan voor alle gevallen onveranderlijk vastgelegd worden (en dan is het vanzelfsprekend gelijk met dat van de legen), ofwel kan het in een zeker gebied rond een gemiddelde schommelen (dan is dit gemiddelde gelijk aan het aantal legen in een trein). De eerste oplossing is minder soepel, maar de tweede kan aanleiding geven tot onregelmatigheden in de verdeling van de wagens tussen de laadpunten.

Aan de schacht wordt een identische procedure gevolgd, met dien verstande dat de vollen de plaats innemen van de legen, en omgekeerd.

1133. *Choix des destinations*

Un réseau de roulage souterrain présente généralement une structure rayonnant à partir du puits. Le trajet des pleins sera normalement déterminé depuis le chantier jusqu'au puits, mais, en ce qui concerne les vides, la destination devra être choisie, soit au départ du puits, soit lors du passage à certains aiguillages, appelés aiguillages de choix. Chaque point où un choix est possible et chaque chantier constituent des « destinations » par rapport aux points de choix situés en deçà. En chaque point de choix, la destination devra être choisie parmi les différents chantiers accessibles à partir de ce point.

Ce choix se fera en fonction de certains critères dont l'ensemble constitue la politique de dispatching. On peut desservir les différents chantiers selon un horaire ou dans un ordre donné, ou en fonction d'appels de ces chantiers basés sur diverses règles. Nous avons utilisé ici les critères de la « perte de production minimum » et de la « probabilité minimum d'arrêt », mais on peut leur en substituer n'importe quel autre, un des buts de la simulation étant justement de « tester » la validité de différentes « politiques ». Aucun critère n'est parfait, mais celui que l'on retient doit rester suffisamment simple pour être manié dans le fond par un dispatcher ou un chef de transport.

Soit un point de chargement Q ayant une production de CP berlines par minute. Si VC berlines vides sont en attente à ce point, et que CV berlines sont en route vers le point Q (vides potentielles), le nombre de berlines vides après un temps T sera :

$$VC + CV - CP * T$$

La taille tombera sans vides après un temps

$$T = \frac{VC + CV}{CP}$$

Si elle ne reçoit des vides qu'après un temps TX supérieur à T, la perte de production sera :

$$CP * (TX - T) = CP * TX - VC - CV$$

Si, au moment où une rame arrive à un « point de choix » X, nous ne l'envoyons pas au chantier Q, celui-ci ne sera réapprovisionné en vides qu'après un temps TX comprenant le temps de parcours entre X et Q et le temps (estimé) après lequel la rame suivante arrivera au point X. Nous pouvons faire ce calcul pour chacun des chantiers

1133. Toewijzing van de bestemmingen

Een ondergronds verkeersnet vertoont in het algemeen een vanuit de schachten stralende schikking. De reisweg van de vollen van de laadpunten naar de schachten zal normaal ondubbelzinning vastgelegd zijn; wat de legen echter betreft zal de bestemming gekozen moeten worden, ofwel bij het vertrek aan de schacht, ofwel aan bepaalde wissels, die wij hier « keuzepunten » noemen. Ieder punt waar een keuze mogelijk wordt en ieder laadpunt zijn « bestemmingen » ten opzichte van de keuzepunten die meer naar de schacht gelegen zijn. In ieder keuzepunt zal de bestemming gekozen moeten worden onder de verschillende laadpunten die vanuit dit punt bereikt kunnen worden.

Deze keuze geschiedt in functie van bepaalde criteria, die samen de « dispatchingspolitiek » vormen. Men kan b.v. de verschillende laadpunten volgens een bepaalde volgorde, of volgens een bepaald uurrooster bedienen, of nog volgens de aanvragen van de laadpunten zelf, steunend op diverse regels. Wij hebben hier de criteria aangenomen van het « minimaal productieverlies » en van de « minimale haltewaarschijnlijkheid », maar men zou evengoed ieder ander criterium kunnen kiezen : een van de opdrachten van de simulatie bestaat er inderdaad juist in de geldigheid van verschillende « politieken » te vergelijken. Geen enkel criterium is volmaakt, maar hetgeen men weerhoudt moet eenvoudig genoeg blijven om in de ondergrond door een vervoeropzichter of een dispatcher gehanteerd te kunnen worden.

Veronderstellen wij een laadpunt « Q » met een productie van CP wagens per minuut. Indien VC lege wagens in dit punt te wachten staan, en CV wagens naar het punt Q onder weg zijn (potentiële legen), dan zal na een tijd T het aantal legen aan het laadpunt bedragen :

$$VC + CV - (CP * T)$$

De pijler zal zonder legen staan na een tijd

$$T = \frac{VC + CV}{CP}$$

Indien hij pas legen na een tijd TX, groter dan T bekomt, zal het productieverlies geschat kunnen worden op :

$$CP * (TX - T) = CP * TX - VC - CV$$

Indien, op het ogenblik dat een trein op het keuzepunt X toekomt, deze trein niet naar laadpunt Q gestuurd wordt, dan zal dit punt pas legen krijgen na een tijd TX die de reistijd tussen X en Q omvat, vermeerderd met de (geschatte) tijd na dewelke de volgende trein in X toekomt. Eenzelfde berekening kunnen wij maken voor al

qui sont accessibles à partir du point X, et envoyer la rame vers celui pour lequel la marge de sécurité (T — TX) est la plus faible (politique de la probabilité minimum d'arrêt), ou bien vers celui pour lequel la perte de production éventuelle (CP * TX — VC — CV) serait la plus grande (politique de la perte de production minimum).

Le procédé du « nombre d'appel » A = VC + CV revient à n'envoyer une rame vers un chantier que lorsque la marge T — TX tombe sous un seuil défini.

On pourrait aussi bien tenir compte des éventualités de perte de production dues au blocage de la station de chargement par un excès de pleins. Soient FC le nombre de pleins au chantier, CF la capacité de la station des pleins. Celle-ci sera remplie après un temps T si

$$CF = FC + CP * T,$$

$$\text{donc } T = \frac{CF - FC}{CP}$$

La station ne sera dégagée qu'après un temps TX', égal au temps TX ci-dessus augmenté du temps de manœuvre (délai entre introduction des vides et départ de la loco avec les pleins).

L'attente sera donc : TX' — T, et la perte de production :

$$(TX' - T) * CP = TX' * CP - CF - FC$$

114. Enregistrement des résultats

Pour juger de l'efficience d'un système de transport, ou en déceler les faiblesses, il est intéressant de totaliser :

— les nombres totaux et par chantier de berlines produites et transportées;
— les temps d'attente et les pertes de production des tailles dues au transport (attentes multipliées par productions moyennes) :
  — par manque à vides;
  — par excès de pleins;
— les arrêts du puits et les pertes d'extraction par manque de pleins ou excès de vides;

— les attentes de locomotives :
  — par manque de vides au puits ou de pleins aux chantiers;
  — par occupation des sections ou aiguillages (ventilées par section);
— la saturation des locomotives;
— les nombres maximum et minimum de berlines aux différents points de garage.

Ces résultats seront disponibles poste par poste, ou sous forme de moyenne pour un certain nom-

de laadpunten die vanuit X te bereiken zijn, en wij zullen de trein naar dat punt sturen waarvoor de veiligheidsmarge (T — TX) de kleinste is (minimale haltewaarschijnlijkheid), ofwel naar datgeen waarvoor het gebeurlijk productieverlies (CP * TX — VC — CV) het grootst is (minimaal productieverlies).

Het systeem met « oproepgetallen » A = VC + CV komt hierop neer dat men een trein naar een laadpunt stuurt wanneer het verschil T — TX onder een bepaalde drempelwaarde valt.

Men zou evengoed de gebeurlijke productieverliezen in rekening kunnen nemen die van een volzet vollen-station voortkomen. Noemen wij FC het aantal volle wagens aan een laadpunt, en CF de kapaciteit van het vollen-station : dit zal volzet zijn na een tijd T indien

$$CF = FC + CP * T,$$

$$\text{dus voor } T = \frac{CF - FC}{CP}$$

Het laadpunt zal pas na een tijd TX' ontzet worden, die gelijk is met de hierboven bepaalde TX tijd, vermeerderd met de maneuvertijd (tijdspanne tussen intrekken van de legen en vertrek van de loco met de vollen).

De wachttijd bedraagt dus TX' — T, en het overeenkomend productieverlies :

$$(TX' - T) * CP = TX' * CP - CF - FC$$

114. Uitdrukking van de resultaten

Om over de doeltreffendheid van een vervoersysteem te oordelen, ofwel de tekortkomingen ervan te doen uitkomen, is het interessant volgende grootheden samen te stellen :

— aantal geproduceerde en vervoerde wagens (totaal en per pijler);
— aan het transport toe te schrijven wachttijden en productieverliezen (wachttijd x gemiddelde productie) van de pijlers :
  - door te kort aan legen;
  - door overbezetting van het vollenstation;
— de halten aan de schacht en extractieverliezen door te kort aan vollen of overbezetting van legen;
— de wachttijden van de locomotieven :
  - door te kort aan vollen aan de laadpunten of aan legen aan de schacht;
  - door bezetting van spoorsecties of wissel (per sectie apart samengesteld);
— de verzadiging van de locomotieven;
— de maximum en minimum aantallen wagens aan de verschillende stockeerpunten.

Deze uitslagen kunnen post per post verschaft worden, ofwel als gemiddelde van een aantal pos-

bre de postes. Ils permettront de déceler les points faibles d'un système, et d'orienter le choix des modifications à apporter aux données pour en améliorer le fonctionnement. Il nous a paru illusoire de confier ce choix à l'ordinateur, car trop d'autres éléments interviennent en dehors des chiffres obtenus. Mais il est parfaitement possible de programmer des simulations en chaîne, avec variations systématiques du nombre de berlines ou de locos.

ten berekend worden. Zij zullen het mogelijk maken de zwakke punten van een systeem vast te stellen, en aanduidingen geven over de wijzigingen die het bedrijf kunnen verbeteren. Wij hebben het weinig realistisch geacht de keuze van die wijzigingen door het programma zelf te laten bepalen, daar te veel andere beschouwingen, naast de blote cijfers, hier een rol kunnen spelen. Maar men kan heel gemakkelijk « kettingsimulaties » programmeren, waarbij bepaalde gegevens, zoals aantal wagens of locos, systematisch kunnen variëren.

12. Applications possibles

Le chapitre précédent a exposé le mécanisme de la simulation. Ce mécanisme peut, en principe être appliqué manuellement ou graphiquement. Mais on se rend bien compte qu'il s'agit là d'un gros travail. En fait, puisqu'on a introduit des facteurs aléatoires dans les données (productions des tailles, temps de parcours...) on trouvera également des variations dans les résultats, et pour obtenir des moyennes valables, il faudra répéter la simulation plusieurs fois (p. ex. 15 fois). Pour étudier l'effet de la variation d'un facteur, d'une donnée ou d'une politique, il faudra répéter ces simulations pour chaque valeur du facteur étudié (fig. 2). Seul un ordinateur permettra de tirer profit de toutes les possibilités de la méthode.

12. Toepassingsmogelijkheden

In het vorig hoofdstuk werd een simulatieproces uiteengezet, dat principieel met handberekeningen of langs grafische weg bewerkt kan worden. Het is echter duidelijk dat dit een omvangrijk werk betekent. Eigenlijk, wanneer wij toevalsfactoren in de gegevens (pijlerproducties, reistijden...) invoeren, dan moeten wij ook een bepaalde spreiding in de uitslagen verwachten, en om geldige gemiddelden te bekomen, zullen wij de simulatie verschillende keren (b.v. 15) moeten herhalen. Om de invloed te doen uitkomen van de variatie van een factor, van een gegeven of van een « politiek », zullen wij die simulaties voor iedere waarde van de bestudeerde factor moeten herbeginnen (fig. 2). Alleen een computer is bij machte al de mogelijkheden van de metode te benutten.

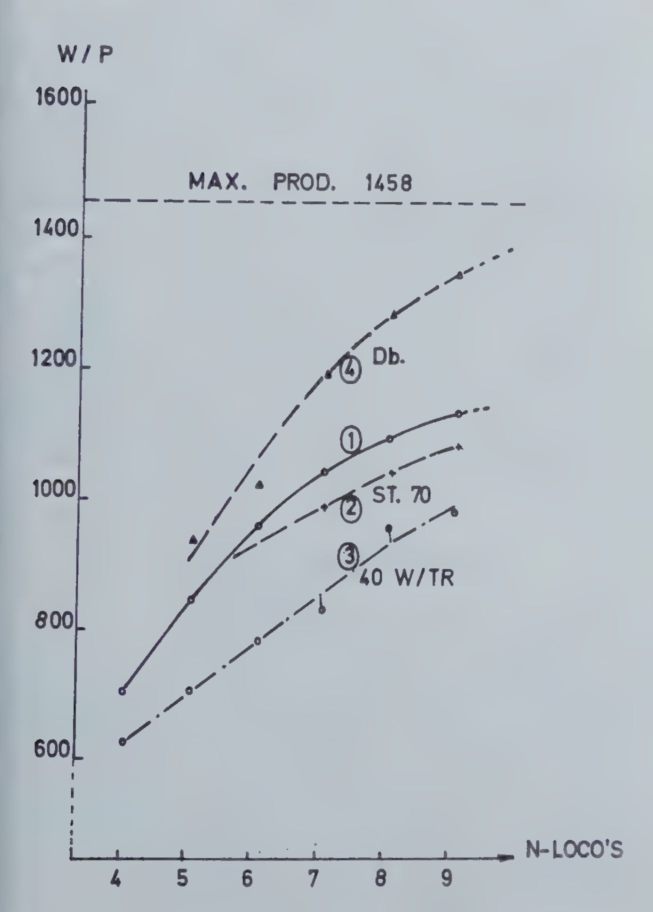


Fig. 2.

Exemple traité sur réseau fictif (réf. 9).
Voorbeeld op fictief spoornet behandeld (ref. 9).

1 : 3 points de chargement — N locos — 50 wagonnets par rame — (N + 6) × 50 wagonnets.
3 laadpunten — N locos — 50 wagens trein — (N + 6) × 50 wagens.
2 : comme 1, mais garage de 70 pleins (au lieu de 100) à chaque point de chargement. Zoals 1, maar standplaats voor 70 vollen (in plaats van 100) in ieder laadpunt.
3 : comme 1, mais 40 wagonnets par rame — (N + 6) × 40 wagonnets. Zoals 1, maar 40 wagens per trein — (N + 6) × 40 wagens.
4 : comme 1, mais dédoublement de deux sections. Zoals 1, doch met ontdubbeling van twee secties.

Prod. max. : s'il n'y avait aucun arrêt de taille.
Max. prod. : zonder enige halte aan de pijlers.

Celles-ci sont multiples, suivant le choix que l'on fait entre les variables imposées et celles que l'on fait varier. Citons à titre d'exemple :

— Etude d'un système déterminé, de ses performances et de leurs variations statistiques.

— Un projet déterminé est-il réalisable ?
— Quels sont les éléments qui limitent la capacité d'un système : nombre de berlines ou de locos, capacité des aires de stockage aux chantiers et au puits, sections à simple voie, croisements, etc...
— Quelle est la façon la plus économique d'augmenter la capacité d'un système : achat de berlines ou locos, dédoublement des voies, réduction des temps de manœuvre...

— Quel est le compromis optimum entre le coût des pertes de production, et les dépenses nécessaires pour augmenter la capacité du transport ?
— Que perd-on en s'écartant de la solution optimale ?

— Comment choisir entre différentes politiques de dispatching (priorités de chantiers, nombres d'appels...).
— Que peut rapporter un système de télécommunications permettant de rapprocher des chantiers les points de choix ?
— Quel est l'impact sur le transport de gros arrêts accidentels (déraillements, pannes en taille). Ce dernier point suppose l'introduction dans la simulation de longs arrêts aléatoires : la programmation de ces arrêts ne présente aucun problème, mais leur intervention augmenterait la dispersion des résultats statistiques et perturberait les études d'optimisation citées ci-dessus. Ce procédé n'est donc à utiliser que pour tester occasionnellement la stabilité d'une solution mise au point sans intervention de ces incidents.

Deze zijn veelvuldig, naargelang de keuze die men doet tussen de opgelegde gegevens en degene die men laat variëren. Laat ons enkele voorbeelden vermelden :
— Studie van een bepaald transportsysteem, van de ermee bereikbare resultaten en de statistische variatie ervan.
— Is een bepaald ontwerp uitvoerbaar ?
— Door welke elementen wordt de kapaciteit van een systeem beperkt : aantal wagens of locomotieven, kapaciteit van de rangeersporen aan de laadpunten of aan de schacht, enkelspoorsecties, kruispunten, enz...
— Welke is de meest economische wijze om de kapaciteit van een bestaand systeem op te voeren : aankoop van mijnwagens of van locomotieven, ontdubbeling van sporen, vermindering van maneuvertijden ?
— Waar ligt het optimum vergelijk tussen de kost van de productieverliezen, en de uitgaven die nodig zijn om de vervoerkapaciteit op te drijven ?
— Hoe belangrijk wordt het verlies (of de winstderving) wanneer men in bepaalde mate van de optimale oplossing afwijkt ?
— Hoe de keuze verantwoorden tussen verschillende dispatchingspolitieken ? (voorrang voor bepaalde pijlers, oproepgetallen...).
— Wat kan een telecommunicatieuitrusting opbrengen, die het mogelijk maakt de keuzepunten dichter bij de laadpunten te brengen ?
— Welke inslag hebben op het vervoer belangrijke, accidentele halten (ontsporing, bedrijfsstoringen in de pijlers...). Dit laatste punt veronderstelt dat in de simulatie langdurige, toevallige dode tijden ingevoerd worden : dit brengt, op programmatiegebied, geen enkele moeilijkheid mee, maar de tussenkomst van deze factoren zou de spreiding van de statistische resultaten vergroten, en de optimizeringsstudies, die hierboven vermeld werden, storen. Dit proces is dus slechts bij gelegenheid te gebruiken, om naderhand de stabiliteit te testen van een oplossing die zonder tussenkomst van de grote storingen op punt gesteld werd.

2. ETUDES REALISEES

20. Cadre

Le charbonnage de Winterslag (Kempense Steenkolenmijnen) a deux étages d'exploitation aux niveaux 600 m et 735 m. Le roulage s'y fait par locomotives électriques à trolley et berlines de 1900 ou 2500 l jusqu'à 7 km des puits. La production de 6500 tonnes nettes (12000 tonnes brutes) est répartie sur une dizaine de chantiers. L'extraction se fait par skips.

2. VERWEZENLIJKTE STUDIES

20. Situering van het bedrijf

De zetel Winterslag van de Kempense Steenkolenmijnen heeft twee uitbatingsverdiepingen op 600 m en op 735 m. Het hoofdvervoer geschiedt tot op 7 km van de schachten met rijdraadlocomotieven en mijnwagens van 1900 of 2500 l. De productie van 6500 netto-tonnen (12.000 bruto) wordt over een tiental pijlers verdeeld. De extractie wordt door skips verzekerd.

La procédure de simulation décrite ci-dessus a été utilisée sur ordinateur IBM 360/40 pour traiter successivement trois problèmes différents.

La première étude concernait l'étude du transport à l'étage de 600 et la détermination du parc de berlines nécessaire, la production et le nombre de locomotives étant fixés. Cette étude nous a permis de vérifier la validité du programme : les résultats fournis par l'ordinateur corroboraient remarquablement les observations faites sur place.

La deuxième étude a servi à prédéterminer le nombre de locomotives et de berlines nécessaires pour débloquer la production de l'étage 735 où une modification de structure du réseau était prévue pour le mois suivant.

En troisième lieu, nous avons étudié les possibilités du transport à l'étage 600 lors du remplacement d'un chantier situé à 6 km du puits par un autre à 8 km. Pour maintenir la capacité du transport malgré l'augmentation des distances, différentes solutions ont été comparées, telles que dédoublement de bouveaux ou extension du parc de locos ou de berlines.

21. Transport à l'étage 600, bouveau Levant (août 1970)

Le bouveau Levant de l'étage 600 desservait au mois d'août 1970 (fig. 3) des chantiers situés à 7 km du puits. La voie était dédoublée sur toute sa longueur, sauf :

— une section de 800 m de longueur dénommée « Jonction ». Ces 800 m sont à simple voie (galerie trop étroite). De plus, à cause de dis-

De simulatieprocedure die hierboven geschetst werd heeft men op een IBM 360/40 computer toegepast om achtereenvolgens drie verschillende vraagstukken te behandelen.

De eerste studie had betrekking op het vervoer op de 600 m verdieping en op het vastleggen van het nodig minimum aantal mijnwagens, met vastblijvende productie en aantal locomotieven. Deze studie heeft het ons mogelijk gemaakt de geldigheid van het programma te toetsen : de door de computer geleverde uitslagen strookten merkwaardig met de waarnemingen ter plaatse.

De tweede studie was bedoeld om het aantal mijnwagens en locomotieven te bepalen die nodig waren om de productie van de 735 m verdieping af te voeren, waar een structuurverandering van het spoornet voor de volgende maand voorzien was.

Als derde punt werden de vervoermogelijkheden bestudeerd op 600 in het raam van de vervanging van een pijler op 6 km van de schacht door een andere op 8 km. Om de vervoerkapaciteit in weerwil van de grotere afstanden op peil te houden werden verschillende oplossingen overwogen, zoals ontdubbeling van een steengang, of uitbreiding van het mijnwagens- of locomotievenpark.

21. Vervoer op de 600 m verdieping (augustus 1970)

In augustus 1970 werden door de Ooststeengang op 600 werkplaatsen bediend tot op 7 km van de schacht (fig. 3). Het spoor was over de ganse lengte ontdubbeld, uitgenomen :

— een 800 m lange sectie, « Jonction » genaamd.

De galerij is over deze lengte te smal om er dubbel spoor aan te leggen. Bovendien wordt het,

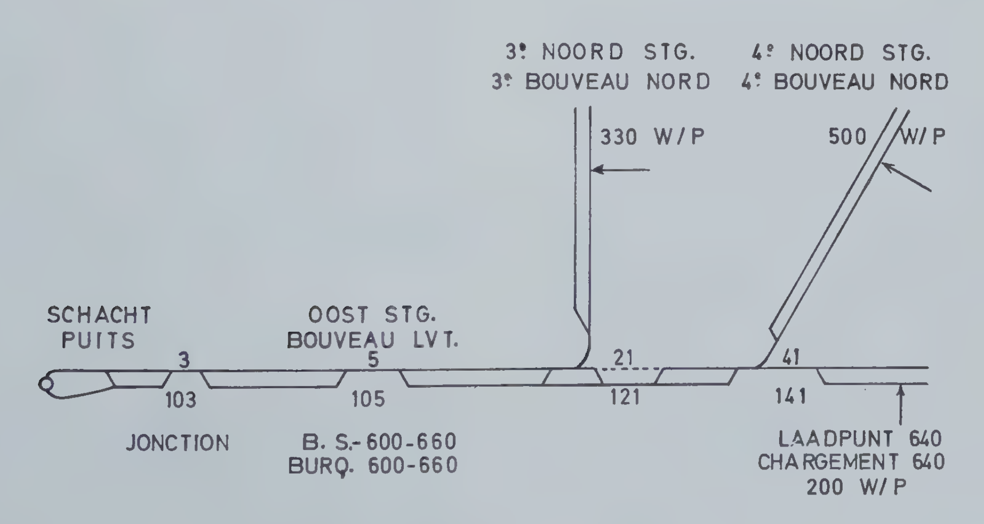


Fig. 3.

Réseau à l'étage de 600. Août 1970.
Spoornet op de 600 m verdieping. Augustus 1970.

positions locales, il est interdit à deux rames, même circulant dans le même sens, de s'engager simultanément dans la Jonction;

— sur 400 m (Burquin 600-660) une des deux voies est réservée au stationnement des berlines de matériel en provenance de l'étage « auxiliaire » de 660;
— le bouveau Levant doit subir des recarrages entre les troisième et quatrième bouveaux Nord et est provisoirement à voie unique sur 400 m dans cette zone.

Au mois d'août 1970, 4 tailles étaient en exploitation dans ce quartier :

— une taille dans le 3ème Bouveau Nord, avec une production prévue de 330 berlines par poste;
— deux tailles dans le 4ème Bouveau Nord, production prévue : 500 berlines par poste (pour l'ensemble des deux tailles);
— une taille au point de chargement 6.40 (à 7 km du puits). Production prévue : 200 berlines/p.

La production totale prévue était donc de 1030 b/p. Pour évacuer cette production, nous disposions de 8 locomotives. Quant au parc de berlines, il variait de jour en jour, à cause de l'échange de berlines par le puits intérieur assurant l'arrivée du matériel neuf et l'évacuation du vieux matériel et des pierres vers l'étage de service de 660.

Il était important de fixer une limite à ces variations et de définir objectivement le nombre minimum de berlines en dessous duquel on ne pouvait en aucun cas descendre sans provoquer des arrêts inadmissibles des tailles par manque à vides.

La simulation a donné les résultats suivants (fig. 4).

Quand on porte le parc de berlines de 550 à 600 unités, la production qu'il est possible d'évacuer monte de 920 à 972 berlines par poste; la mise en circulation de chaque berline supplémentaire crée une possibilité d'augmentation de production d'une berline par poste. Si par contre, on augmente le parc au-delà de 600 berlines, la production n'augmente d'une berline par poste qu'au prix de la mise en circulation de 5 berlines supplémentaires. Comme, en fait, l'estimation de 1030 b/p constituait un maximum théorique, et que rares étaient les postes où la production dépassait 950 berlines, il fut décidé de s'en tenir à un nombre de berlines « plancher » de 600, une augmentation au-delà de ce minimum ne se justifiant pas à cause de la faible efficacité de cette augmentation et de la faible fréquence des cas où elle pourrait être utile.

La figure 4 illustre de plus le « degré de saturation » des locomotives : le gain est évidemment

omwille van plaatselijke omstandigheden verboden twee treinen, zelfs in dezelfde richting, in deze sectie gelijktijdig te laten binnenrijden;

— over 400 m (Binnenschacht 600-660) wordt een van de sporen voorbehouden voor de wagens met materieel die van de dienstverdieping 660 m opkomen;
— tussen de derde en vierde Noordsteengangen moet de Ooststeengang nagebroken worden, zodat men voorlopig een 400 m strook met enkel spoor heeft.

In augustus 1970 waren in bedoelde afdeling 4 pijlers in bedrijf :

— een pijler in de derde Noordsteengang, met een voorziene productie van 330 wagens/post;
— twee pijlers in de vierde Noordsteengang, voorziene productie : 500 wagens/post (gezamenlijk);
— een pijler op het laadpunt 640 (op 7 km van de schacht). Voorziene productie : 200 wagens/post.

De totale voorziene productie was dus 1030 wagens/post. Om dit af te voeren stonden 8 locomotieven ter beschikking. Het wagenpark echter schommelde dagelijks, omwille van de uitwisseling van wagens met nieuw of oud materieel, of met stenen, die langs de binnenschacht en de hulpverdieping 660 m vervoerd werden.

Het was van belang een grens vast te leggen, en op objectieve wijze het minimum aantal wagens te bepalen waaronder men onaanvaardbare halten van de pijlers door tekort aan lege wagens zou veroorzaken.

De simulatie heeft volgende uitslagen geleverd : (fig. 4).

Wanneer het wagenpark van 550 tot 600 stuk opgevoerd wordt, dan stijgt de afvoermogelijkheid van 920 tot 972 wagens per post; ieder bijkomende wagen die in omloop gebracht wordt schept een bijkomende productiemogelijkheid van één wagen/post. Wanneer echter het wagenaantal boven 600 wagens komt, dan moet men, om een wagen per post meer te kunnen produceren, 5 bijkomende wagens in de omloop brengen.

In feite was de raming van 1030 wagens/post een teoretisch maximum, en zeldzaam waren de posten waar de productie werkelijk de 950 wagens overschreed. Er werd dan ook besloten het getal 600 als minimum peil aan te nemen, daar een verdere toename omwille van de geringe doeltreffendheid en van de kleine frequentie van de nuttige gevallen onverantwoord bleek.

Figuur 4 laat bovendien de « verzadigingsgraad » van de locomotieven uitschijnen : de

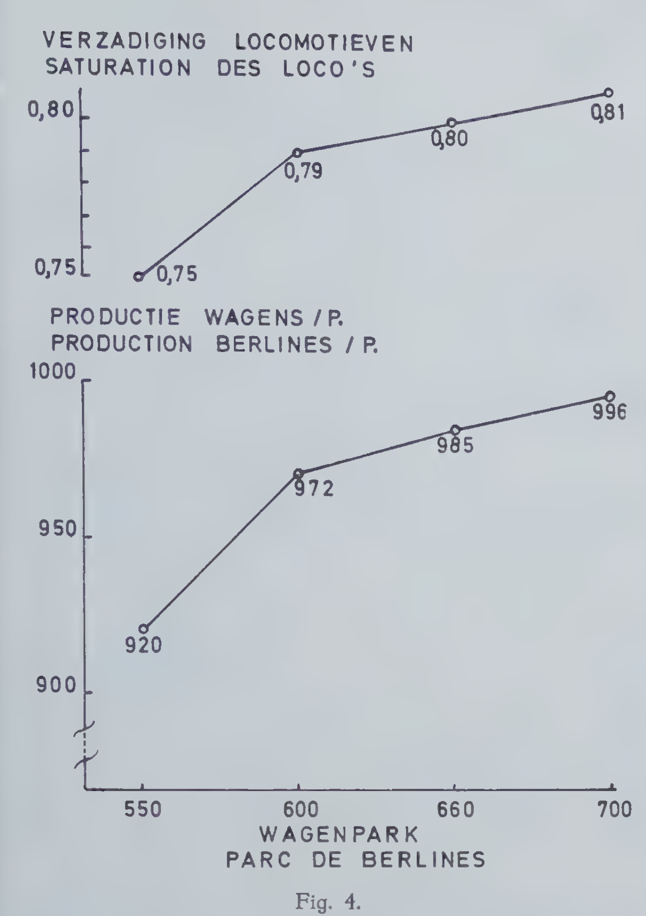


Fig. 4.

Production transportée, en berl/poste, et saturation des locomotives, en fonction du parc de berlines.

Afgevoerde productie in wagens/post en verzadiging van de locomotieven, in functie van het wagenpark (600, Aug. 70).

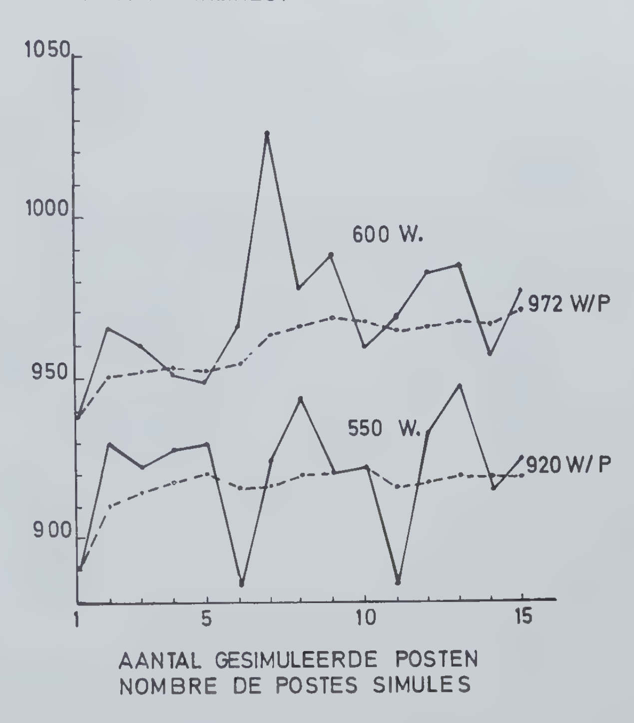


Fig. 5.

Simulations en chaîne et stabilisation de la moyenne du nombre de berlines transportées. Parc de wagonnets : 550, resp. 600 unités.

Aaneengeschakelde simulaties en stabilisatie van het gemiddeld aantal afgevoerde wagens. Wagenpark : 550, resp. 600 wagens (600, Aug. 70).

marqué quand le parc passe de 550 à 600 unités, il devient faible au-delà de ce seuil.

Comme les données sont aléatoires, des conclusions ne peuvent être obtenues que sur un certain nombre d'essais : nous avons choisi d'effectuer ici 15 simulations d'un poste chacune, effectuées les unes après les autres, la situation finale de chaque poste servant de situation initiale au suivant (fig. 5). Les variations de la quantité totale produite et transportée peuvent atteindre 10 % de la moyenne (1030 — 940 = 90 = 10 % de 972), mais on voit que la moyenne se stabilise après une quinzaine de postes; ceci demande environ 6 minutes à l'ordinateur (CPU-time).

winst is vanzelfsprekend uitgesproken wanneer het aantal wagens van 550 tot 600 stuk stijgt, en wordt voorbij deze drempelwaarde veel geringer.

Daar de gegevens van het probleem door toevalsfuncties voorgesteld werden kunnen besluiten slechts over een voldoend aantal steekproeven steunen : hier hebben wij besloten 15 simulaties van elk een post achter elkaar uit te voeren; de eindtoestand van iedere post wordt als begin toestand voor de volgende post aangenomen (fig. 5). De schommelingen van de totaal geproduceerd en afgevoerde hoeveelheid kunnen 10 % van het gemiddelde bereiken (1030 — 940 = 90 = 10 % van 972), maar men kan duidelijk vaststellen dat na een 15-tal posten het gemiddelde zeer stabiel blijft. Dit heeft 6 minuut computertijd (CPU-time) gekost.

22. Transport à l'étage 735 (novembre 1970)

Une partie de la production provient du quartier « 2ème Nord-Est », à 2 km du puits, mais la majeure partie vient du quartier « Couchant ». En décembre 1970, il était prévu qu'une taille ayant son point de chargement dans le Bouveau Nord

22. Vervoer op de 735 m verdieping (november 1970)

Een deel van de productie komt uit de 2de Noord-Oost, op 2 km van de schacht, maar het grootste aandeel heeft de West-afdeling. In december 1970 werd voorzien dat een pijler met laad-

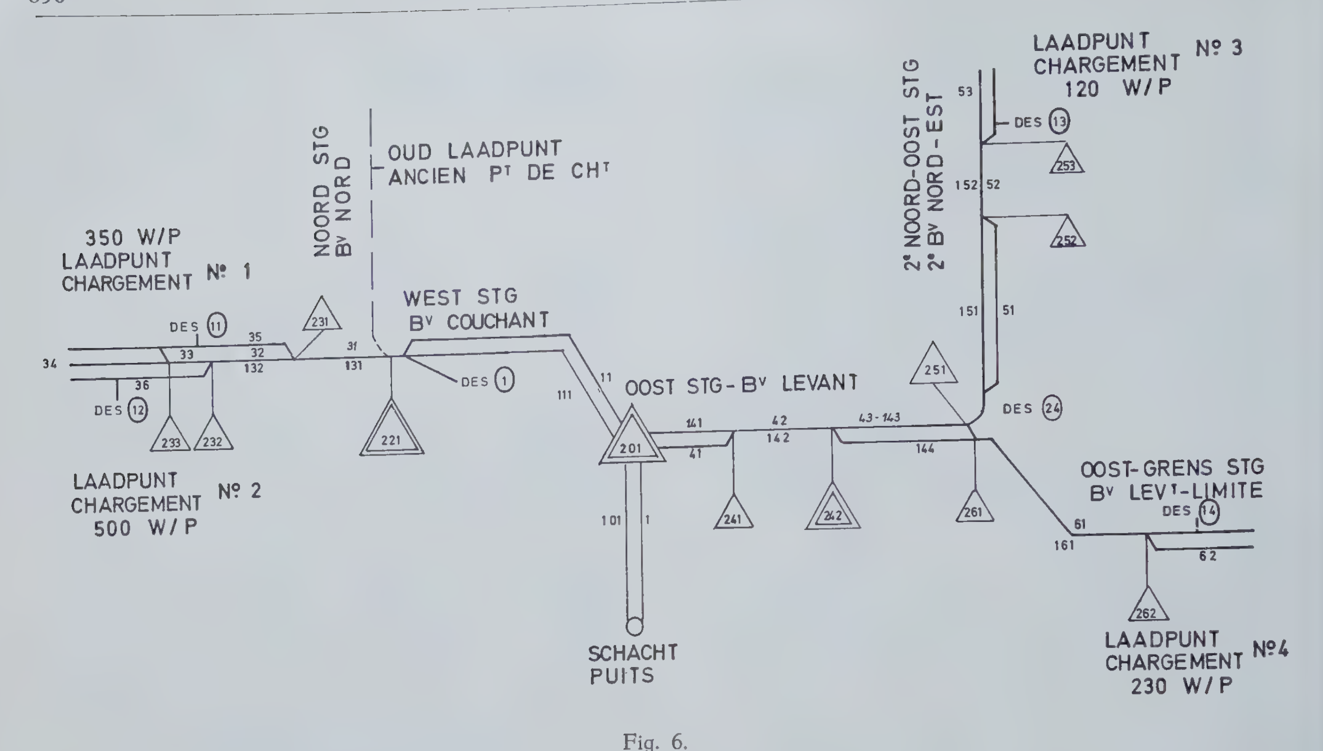


Fig. 6.

Réseau à l'étage de 735 m. Novembre 1970.

Spoornet op de 735 m verdieping. November 1970.

serait remplacée par une autre dont le point de chargement serait situé en 2 (fig. 6) à l'extrémité du Bouveau Couchant. Ceci alourdissait passablement la structure du transport, car la production de 1200 berlines/poste pour l'étage devait se répartir comme suit entre les 4 points de chargement :

n° 1 : 350 b/p
n° 2 : 500 b/p (2 tailles)
n° 3 : 120 b/p
n° 4 : 230 b/p

Les points 1 et 2 étaient situés de part et d'autre du Bouveau Couchant, à 200 mètres seulement l'un de l'autre. Le bouveau étant à grande section (4,80 m de diamètre), on y dispose de trois voies : les vides pour les deux points de chargement y arrivent par la voie médiane (qui doit assurer également le passage vers les chantiers plus éloignés) ; la voie des pleins du chargement 1 pouvait recevoir 100 berlines, celle du n°2, 65 berlines.

Le problème posé pouvait se résumer comme suit :

— Quel parc de locos et de berlines fallait-il pour transporter cette production totale de 1200 b/p ?
— Etait-il intéressant de prolonger la station des pleins du point de chargement n° 2, sa capacité (65 berlines) étant à première vue assez faible ?

punt in de Noordsteengang vervangen zou worden door een andere op het uiteinde van de Weststeengang, in 2 (fig. 6). Hierdoor werd de opdracht van het transport beduidend zwaarder, daar de productie als volgt over de vier laadpunten verdeeld moest worden (totaal : 1.200 w/p) :

n° 1 : 350 w/p
n° 2 : 500 w/p (2 pijlers)
n° 3 : 120 w/p
n° 4 : 230 w/p

Laadpunten 1 en 2 lagen aan weerszijden van de West-steengang, op slechts 200 m van elkaar. De steengang heeft een grote sectie (4,80 m diameter), er liggen drie sporen : de lege wagens voor beide laadpunten komen langs het middenste spoor aan (dat ook voor het verkeer naar de verder gelegen pijlers dienen moet) ; het vollenspoor van laadpunt 1 kon 100 wagens opnemen, dat van n° 2, 65 wagens.

Het probleem kon als volgt gesteld worden :

— Welk wagen- en locomotievenpark is er nodig om de voorziene productie van 1200 w/p af te voeren ?
— Is het aangewezen het vollenstation van laadpunt 2 langer te maken, daar de bestaande kapaciteit (65 wagens) op eerste zicht eerder gering schijnt ?

— D'autres facteurs, non apparents immédiatement, étaient-ils de nature à limiter la capacité du transport ?

Les résultats de la simulation (moyenne de 15 postes pour chaque variante) sont reproduits au tableau I.

— Kunnen andere, minder opvallende factoren, de transportkapaciteit beperken ?

De uitslagen van de simulatie (gemiddelde over 15 posten voor iedere variante) worden in tabel I weergegeven.

Tableau I — Tabel I

	Capacité de production des tailles berl/poste Productie-kapaciteit v.d. pijlers wag./post	Nombre de locomotives Aantal locomotieven	Nombre de berlines Aantal wagens	Capacité station des pleins n° 2 Inhoud vollenstation n° 2	Temps de manœuvre n° 1 - n° 2 minutes Maneuver tijd n° 1-2 min	Production transportée berl/poste Vervoerd aantal wagens per post
1	1200	6	600	90	6	1197
2	1200	6	600	→ 65	6	1181
3	1200	6	600	90	→ 12	1116
4	1200	6	→ 550	90	6	1182
5	1200	6	550	90	→ 12	1052
6	1200	→ 5	550	90	6	1103
7	→ 1250	6	600	90	6	1229

Il est donc possible de transporter la totalité de la production des tailles avec 6 locomotives et 600 berlines (lignes 1 et 7 du tableau). La simulation a été faite en supposant une capacité de stockage de 90 pleins au point de chargement n° 2, mais la comparaison des lignes 2 et 1 montre que la perte moyenne de production n'est que de 16 b/p si on laisse cette station dans l'état initial. De même, la réduction du parc de berlines à 550 unités a un impact assez faible (comparer les lignes 4 et 1). Un facteur beaucoup plus influent se trouve être le temps compris entre l'arrivée d'une rame de vides en face du point de chargement n° 1 et le moment où la première berline vide se trouve effectivement sous la trémie, prête à être chargée. Ce temps est normalement de l'ordre de 6 minutes, mais, dans le cas qui nous occupe, il était à craindre qu'il ne devienne plus élevé à cause de la proximité des deux points de chargement n° 1 et 2. La simulation a donc attiré l'attention sur ce point particulier, et sur la priorité à accorder à l'organisation optimum de ce secteur.

Une autre étude a été greffée sur ce problème. Le trafic se fait généralement par rames de longueur constante : 45 berlines vides dans un sens, 45 pleines dans l'autre. On pourrait envisager une autre politique, dans le but de réduire les temps d'attente des locos aux chantiers et de donner plus de souplesse : le nombre des vides par rame

Het blijkt dus mogelijk de ganse productie van de pijlers met 6 locomotieven en 600 wagens af te voeren (regels 1 en 7 van de tabel). De simulatie werd uitgevoerd in de veronderstelling dat 90 vollen aan laadpunt 2 uitgezet kunnen worden, maar de vergelijking van regels 2 en 1 toont dat het productieverlies slechts 16 w/p bedraagt indien dit station in de oorspronkelijke toestand blijft. De vermindering van het wagenpark tot 550 stuks heeft eveneens een matige invloed (vergelijk regels 4 en 1). Veel belangrijker blijkt de invloed te zijn van de maneuvertijd in laadpunt n° 1, t.t.z. de tijdspanne die verloopt tussen het ogenblik dat de trein tegenover het laadpunt komt, en dat wanneer de eerste wagen zich daadwerkelijk klaar onder de laadtremel bevindt. Deze tijd bedraagt normaal 6 minuten, maar in onderhavig geval viel er te vrezen dat die tijd, omwille van de nabijheid van de beide laadpunten 1 en 2, gevoelig langer zou worden. De simulatie heeft de aandacht op dit bijzonder punt gevestigd, en het belang doen inzien van een uitstekende organisatie rond het laadpunt.

Een andere studie sluit hierop aan. Gewoonlijk werkt de verkeersorganisatie met treinen met constante lengte : 45 lege wagens in een richting, 45 vollen in de andere. Om de wachttijden van de locomotieven aan de pijlers te verminderen en meer soepelheid te geven kan men een andere politiek overwegen : laat het aantal legen per

restant fixé à 45, nous pouvons admettre que les locos quittent les chantiers avec un nombre de pleins quelconque compris p. ex. entre 20 et 65 (ces limites doivent bien entendu encadrer le chiffre des vides).

La simulation montre que cette politique a bien pour résultat d'améliorer jusqu'à un certain point l'efficacité du transport, mais peut conduire parfois à un dérèglement complet du trafic. Si, en effet, le transport est trop peu puissant par rapport à la production des chantiers et à la capacité des puits, les rames de pleines se rapprocheront systématiquement de la longueur maximum, celles de vides restant limitées à la valeur moyenne. Il en résulte un déséquilibre entre le transport des vides et celui des pleins, et les vides s'accumulent au puits. En conclusion, il vaut généralement mieux s'en tenir au système à rames de longueur constante, à moins de limiter étroitement la variation possible, ou de programmer un système de correction en fonction du nombre de berlines présentes aux points de chargement.

23. Le problème de la « Jonction » à 600 (février 1971)

En octobre 1971, une taille dont le point de chargement est situé à 5 km du puits en 2 (fig. 7) sera remplacée par une autre dont le chargement

trein op 45 vastgesteld staan, wij kunnen veronderstellen dat de locomotieven de laadpunten met een aantal volle wagens verlaten dat begrepen zal zijn b.v. tussen 20 en 65 (deze grenzen moeten vanzelfsprekend het aantal van de legen omvatten).

De simulatie heeft uitgewezen dat zulke politiek inderdaad de doelmatigheid van het vervoer in zekere mate verbetert, maar dat zij soms een volledige ontreddering van het verkeer kan meebrengen. Indien namelijk de vervoerkapaciteit ontoereikend is tegenover de productiemogelijkheden van de werkplaatsen en de ophaalkapaciteit van de schachten, dan zullen de volle treinen systematisch de bovenste grens benaderen, terwijl de legen op hun oorspronkelijke waarden vastgesteld blijven. Hieruit spruit een onevenwicht tussen legen en vollenverkeer voort, en de legen verzamelen zich aan de schacht. Als besluit schijnt het in het algemeen raadzamer bij het systeem met constante treinsamenstelling te blijven, tenzij de toegelaten schommelingen streng beperkt blijven, of een correctieproces in functie van het aantal wagens aan de laadpunten ingevoerd wordt.

23. Het probleem van de « Jonction » op 600 (februari 1971)

In october 1971 wordt een pijler waarvan het laadpunt zich op 5 km van de schacht in punt 2 bevindt (fig. 7), door een andere vervangen,

SPOORNET
RESEAU 600

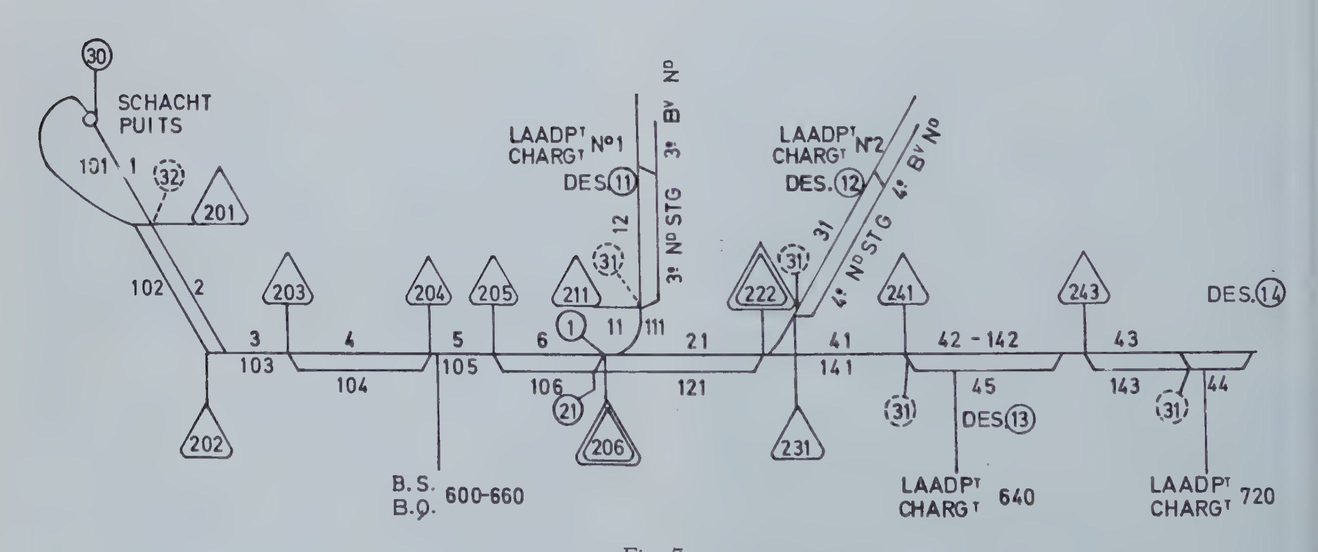


Fig. 7.
Réseau à l'étage de 600 m. Février 1971.
Spoornet op de 600 m verdieping. Februari 1971.
Aiguillage 222 = Wissel 222 = DES 2.

est prévu à 8 km au point 4. Pour un quart de la production de l'étage, la distance de transport se trouvera allongée de 3 km. Par rapport à la situation d'août 1970, le réseau sera amélioré par le rétablissement de la double voie entre les 3ème et 4ème bouveaux Nord, rendu possible par l'achèvement des recarrages en cours. Par contre, un nouveau goulot d'étranglement apparaît au-delà du 4ème Bouveau Nord, les sections à simple voie 41 (141) et 42 (142) devant être utilisées par les vides et les pleins des chantiers à forte production 3 et 4.

Ce troisième cas nous servira à illustrer pas à pas, dans les chapitres suivants, la programmation sur ordinateur du processus de simulation, la mise en forme des données, et la mise en page des résultats recherchés. En l'occurrence, ceux-ci ont justifié la commande d'une neuvième locomotive, et l'augmentation jusqu'au chiffre de 700 unités du parc de berlines.

Simultanément, une autre question a pu être tranchée : compte tenu de l'augmentation prévue du tonnage-kilométrique, ne serait-il pas justifié de dédoubler la section à voie unique dite « Jonction » (cfr **21**) représentée sur le schéma, figure 7, par les numéros 3 et 103. Comme il n'est pas possible d'installer deux voies dans la galerie existante, ceci suppose le creusement sur 800 m d'un nouveau bouveau, mais permettrait de s'affranchir simultanément des inconvénients dus à la vétusté de ce tronçon.

La simulation a montré que, avec la répartition de la production envisagée pour le mois d'octobre 1971, les attentes de locomotives aux extrémités de la Jonction représenteraient à peu près 360 minutes par poste, soit l'immobilisation permanente d'une locomotive, d'un machiniste et de 50 berlines. L'influence sur la production ne se fait cependant sentir que pendant quelques postes par an, au cours desquels la production atteint des niveaux exceptionnels. Ces éléments permettent d'évaluer les économies annuelles résultant du dédoublement de la section.

Si nous comparons ces différents éléments au coût du creusement du nouveau bouveau, soit 20 millions environ, nous constatons que cet investissement important ne serait amorti qu'au bout de 17 années environ. Comme les capitaux disponibles peuvent être consacrés à des dépenses dont l'amortissement est nettement plus rapide, il n'est pas indiqué de dédoubler la « Jonction ». Seule une simulation pouvait permettre de donner une base objective à cette décision.

waarvan het laadpunt op 8 km voorzien is, in punt 4. Voor een vierde van de productie van de verdieping 600 wordt de vervoerafstand 3 km langer. In vergelijking met de toestand van augustus 1970 wordt het spoornet hierin verbeterd dat het dubbelspoor tussen derde en vierde Noord-steengangen heringericht kan worden, daar de herstellingswerken geëindigd zullen zijn. Een nieuwe engpas dient echter voorbij de vierde Noordsteengang voorzien te worden, daar de enkelspoor secties 41 (141) en 42 (142) door de legen en de vollen doorlopen moeten worden van de sterk productieve pijlers n° 3 en n° 4.

Dit derde geval zullen wij in de volgende hoofdstukken gebruiken om stapsgewijze de programmatie van de simulatie op de computer, het opstellen van de gegevens, en de voorstelling van de uitslagen te belichten. In onderhavig geval zijn deze uitslagen ter verantwoording gebruikt voor de bestelling van een 9de locomotief en de opvoering tot 700 stuks van het wagenpark.

Gelijktijdig werd een andere vraag uitgemaakt : gezien de toename van de voorziene ton-kilometers, zou het niet verantwoord zijn de z.g. « Jonction », enkelspoor sectie (n° 3 en 103 op fig. 7) te ontdubbelen ? Aangezien het niet mogelijk is in de bestaande galerij een dubbelspoor aan te leggen, veronderstelt dit dat men een nieuwe steengang zou delven : men zou echter niet alleen de nadelen uitschakelen van het enkel spoor, maar ook die van de onaangepaste toestand van deze galerij.

De simulatie heeft uitgewezen dat, met de verdeling van de productie die voor de maand october 1971 overwogen werd, de wachttijden van de locomotieven op beide uiteinden van de « Jonction » ongeveer 360 minuut per post zouden bereiken, hetgeen neerkomt op de permanente bezetting van een locomotief, van een machinist en van 50 mijnwagens. De invloed op de productie zou zich echter slechts gedurende enkele posten per jaar doen gevoelen, wanneer top-prestaties verwezenlijkt worden.

Deze elementen maken het mogelijk de jaarlijkse besparingen te berekenen die de ontdubbeling van deze sectie zou meebrengen. Indien wij deze besparingen met de delvingskosten van een nieuwe steengang (20 miljoen) vergelijken, dan zien wij dat deze belangrijke investering pas na 17 jaar afgeschreven zou zijn. Daar de beschikbare geldmiddelen aan andere uitgaven besteed kunnen worden, die veel sneller afbetaald worden, is het niet aangewezen de « Jonction » te ontdubbelen. Alleen de simulatie kon voor deze beslissing een objectieve, becijferde verantwoording geven.

La Direction du Charbonnage a apprécié les résultats obtenus, et charge dorénavant le service « Organisation » d'effectuer une étude par simulation chaque fois qu'une modification importante est prévue dans la répartition de la production entre les points de chargement ou dans l'infrastructure du transport.

3. PROGRAMMATION DE LA SIMULATION SUR ORDINATEUR

30. Introduction

Ce chapitre a pour but de montrer, à des non-spécialistes, comment le mécanisme de simulation, exposé au chapitre **1**, peut être traduit en un langage accessible à l'ordinateur. Le problème est, d'une part, de convertir des structures topographiques en paramètres digitaux, d'autre part de transformer en processus logiques rigoureux des démarches intuitives, d'autant plus difficiles à analyser qu'elles paraissent à première vue évidentes... quand on a un petit dessin devant soi.

Pour illustrer cet exposé, nous nous mettrons dans le cadre du problème du paragraphe **23** ci-dessus, mais il est évident que la formulation est générale.

31. Représentation du réseau (fig. 7)

Le premier travail consiste à établir un schéma général du réseau de roulage, qui n'a pas besoin d'être à l'échelle, mais qui représentera toutes les voies utilisées par le transport général, en distinguant les voies simples et doubles, à l'exclusion des voies de garage (pour matériel en attente p. ex.) inaccessibles aux berlines du transport produits.

Sur ce schéma apparaîtront tous les aiguillages permettant le choix d'une direction ou le passage d'une simple voie à une voie double, ou les liaisons entre les deux voies, ainsi que les croisements ou autres dispositifs interdisant la présence simultanée de deux rames en un point. On pourra cependant grouper en un seul les points situés dans un intervalle inférieur à la longueur d'une rame.

La figure 7 est relative au Levant de l'étage 600 à Winterslag.

Nous appellerons « section » un tronçon de voie compris entre deux aiguillages. Que la voie soit simple ou double, chaque section recevra un numéro :

— compris entre 1 et 99 si elle est parcourue par les rames de vides en route vers les chantiers;
— compris entre 101 et 199, si elle est parcourue par les rames de pleins en route vers le puits.

De bedrijfsleiding van de mijn heeft deze uitslagen naar waarde geschat, en belast voortaan de Organisatiedienst ermee een simulatiestudie uit te voeren telkens belangrijke wijzigingen in de verdeling van de productie tussen de laadpunten, of in de infrastructuur van het vervoersysteem, gepland worden.

3. HET PROGRAMMEREN VAN DE SIMULATIE OP DE COMPUTER

30. Inleiding

We zullen in dit hoofdstuk aantonen hoe het simulatiemecanisme dat in hoofdstuk **1** werd uiteengezet, in computertaal kan worden vertaald, zonder dat men specialist moet zijn om de gang van zaken te volgen. Het probleem bestaat er in de topografische struktuur om te zetten in digitale parameters, en tevens ook hetgene men in de praktijk intuïtief doet tot een nauwkeurig logisch denkproces uit te werken; dit blijkt bij de ontleding niet zo eenvoudig als op het eerste zicht zou schijnen. Ter illustratie van deze uiteenzetting zullen we het geval nemen dat in paragraaf **23** werd behandeld.

31. Voorstelling van het net (fig. 7)

Het eerste werk bestaat er in een algemeen plan op te stellen, niet noodzakelijk op schaal getekend, waarop al de sporen voorkomen die voor het algemeen vervoer dienen, en waarbij men onderscheid maakt tussen enkel spoor en dubbel spoor. Spoorgedeelten die met algemeen vervoer niets te maken hebben — b.v. spoorgedeelten voor stockering van materieel — moeten op dit sporenplan niet voorkomen.

Op het sporenplan zal men ook de wissels, kruisingen of andere toestellen aanduiden die de gelijktijdige aanwezigheid van meer dan één trein op deze punten verbieden. Zulke punten die gelegen zijn in een interval kleiner dan de lengte van een trein, zal men in één punt samenbrengen.

Figuur 7 heeft betrekking op de Ooststeengang op de verdieping 600 te Winterslag.

Het spoorgedeelte, gelegen tussen twee wissels, zullen we een « sektie » noemen. Iedere sektie krijgt een nummer, hetzij deze sektie nu uit één of twee sporen bestaat :

— een nummer gelegen tussen 1 en 99, wanneer de sektie dient voor treinen legen die naar de werkplaatsen rijden;
— een nummer gelegen tussen 101 en 199, wanneer de sektie dient voor treinen vollen die

Une simple voie, parcourue dans les deux sens, recevra donc deux numéros (p. ex. la Jonction : 3 et 103);

— les aiguillages et autres points singuliers reçoivent des numéros supérieurs à 200.

Sur la fig 7, une rame de vides quittant le puits pour se diriger vers le point de chargement 4, devra parcourir successivement :

— la voie des vides 2 de la double voie 2 - 102;

— la section 3 (voie unique Jonction);
— la section 4 (double voie);
— la section 5 (voie unique);
— la section 6 (double voie), en fin de laquelle (aiguillage 206), elle pourrait se diriger vers le 3ème bouveau Nord, ou devoir attendre pour laisser sortir une autre rame de ce bouveau;

— la section double 21, avec éventuellement les mêmes possibilités à l'aiguillage 222 qu'à l'aiguillage 206;
— les sections simples 41 et 42;
— la section double 43;
— la section 44 du point de chargement;

Le retour de la rame pleine se fera par les sections 44 - 143 - 142 - 141 - 121 - 106 - 105 - 104 - 103 - 102 - 101 (contours du puits).

Pour compléter le schéma, il faudra noter :

— les points de destination possibles (c.à.d. les aiguillages de choix de direction et les points de chargement);
— la capacité des stations de stockage de berlines pleines à chaque chantier, et de vides au puits;
— la longueur (DIST) de chaque section, si les conditions sont suffisamment régulières pour que le temps de parcours TM d'une locomotive puisse être calculé à partir de cette longueur au moyen d'une formule de type :

$$TM = a + b * DIST$$

Si ce n'est pas le cas, on notera pour chaque section le temps de parcours moyen TM, déterminé par chronométrage direct. On peut adopter des temps différents pour les parcours dans les deux sens. On notera également la dispersion SIGTS du temps de parcours réel par rapport au temps moyen.

Avant d'utiliser la valeur TM, l'ordinateur l'affectera en effet chaque fois d'une dispersion aléatoire suivant la formule :

$$TS = TM + (A - 6) * SIGTS$$

TS est le temps de parcours à utiliser à une étape de la simulation.

naar de schacht rijden. Een enkel spoor dat voor de twee richtingen wordt gebruikt, zal dus twee nummers krijgen (b.v. de « Jonction » : 3 en 103).

— wissels en andere bijzondere punten krijgen nummers, groter dan 200.

Een trein met legen die zich van de schacht naar het laadpunt 4 begeeft (fig. 7), zal volgende sekties passeren :

— het spoor van de legen 2 van het dubbel spoorgedeelte 2 - 102;
— het enkel spoor 3 (Jonction);
de sektie 4 (dubbelspoor);
— de sektie 5 (enkelspoor);
— de dubbelspoor sektie 6; aan het einde van deze sektie (wissel 206) zou de trein legen de 3de Noordsteengang kunnen binnen rijden, ofwel moeten wachten om een trein vollen uit deze steengang voorbij te laten komen.
— de dubbele sektie 21, met eventueel dezelfde mogelijkheden aan de wissel 222 zoals dit het geval was aan wissel 206;
— de enkele sekties 41 en 42;
— de dubbele sektie 43;
— de« laad »sektie 44;

De terugkeer van de trein vollen gaat langs de sekties 44 - 143 - 142 - 141 - 121 - 106 - 105 - 104 - 103 - 102 - 101 (schachtomloop).

Om het schema volledig te hebben, zal men er nog volgende gegevens op aanduiden :

— de mogelijke bestemmingen (m.a.w. de keuzewissels waar van richting veranderd kan worden, en de laadpunten);
— de stockeerkapaciteit aan volle wagens van ieder laadpunt en aan lege wagens van de schacht;
— de lengte (DIST) van iedere sektie, wanneer de omstandigheden voldoende regelmatig zijn om de rijtijd TM van een lokomotief te kunnen berekenen in funktie van de lengte van het rijvak, volgens een formule van het type :

$$TM = a + b * DIST$$

Is dit niet het geval, dan zal de gemiddelde rijtijd TM van de lokomotief voor iedere sektie door tijdopnamen worden bepaald. Men kan verschillende rijtijden vastleggen voor de twee richtingen van eenzelfde rijvak. Men zal eveneens de dispersie SIGTS van de rijtijd aangeven ten opzichte van de gemiddelde tijd. Het is inderdaad zo dat de computer telkens de rijtijd van het rijvak TS zal berekenen volgens de formule :

$$TS = TM + (A - 6) * SIGTS$$

TS = rijtijd van het rijvak die gebruikt wordt in een faze van de simulatie.

TM est le temps moyen, fourni parmi les données.

SIGTS est la dispersion (que nous avons prise uniformément égale à 20 % de TM).

A est la somme de 12 nombres répartis de façon équiprobable entre 0 et 1, et fournis par une sous-routine IBM appelée RANDU.

A suit une loi normale de valeur moyenne 6 et d'écart-type 1, de sorte que les valeurs TS seront également réparties selon une loi normale de moyenne TM et d'écart standard 0,2 TM.

32. Représentation des locomotives sur le réseau

La situation de toutes les locomotives dans le réseau est représentée à chaque instant par un tableau à 11 colonnes dit « TEE » dont chaque ligne représente en quelque sorte la « feuille de route » d'une des locomotives (Tableau II).

TM = gemiddelde tijd; wordt bekomen uit de gegevens.

SIGTS = dispersie (we nemen deze steeds gelijk aan 20 % van TM).

A = som van 12 getallen met gelijkwaardige kansen, gelegen tussen 0 en 1, die ons wordt verschaft door een « sub-routine » IBM, met name RANDU.

A volgt een normaalwet met 6 als gemiddelde en 1 als standaardafwijking, zodanig dat de waarden TS eveneens een normaalwet volgen met TM als gemiddelde en 0,2 TM als standaardafwijking.

32. Voorstelling van de lokomotieven op het sporennet

De situatie van alle lokomotieven op het sporennet wordt op ieder ogenblik voorgesteld door een tabel die we TEE zullen noemen.

Iedere lijn van deze tabel, die uit 11 kolommen bestaat, vormt het « reisblad » van een lokomotief (Tabel II).

Tableau II — Tabel II — TEE

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I	Z	DES	S1	S2	A1	A2	TS	TL	AT	RL
1.	192.	21.	121.	0.	222.	0.	10.	3.	0.	45.
2.	28.	14.	43.	0.	0.	0.	6.	5.	0.	45.
3.	3.	1.	3.	3.	0.	0.	6.	5.	0.	45.
4.	2.	1.	2.	0.	0.	0.	4.	28.	1.	45.
5.	2.	1.	2.	0.	0.	0.	4.	6.	1.	45.
6.	200.	32.	1.	0.	0.	0.	98.	98.	1.	0.
7.	195.	30.	104.	0.	0.	0.	24.	6.	0.	45.
8.	4.	1.	4.	0.	0.	0.	15.	6.	0.	45.
9.	195.	30.	104.	0.	0.	0.	19.	19.	0.	45.

La première colonne (I) indique le numéro des différentes locomotives.

La deuxième colonne (Z) donne la référence de l'endroit où la locomotive trouvera de nouvelles instructions lorsqu'elle arrivera en fin de section (voir **33** - Tableau TAB).

La colonne 3 (DES) reprend la destination (définitive ou provisoire) de la loco.

Les colonnes 4 et 5 (S1 et S2) indiquent la section occupée par la locomotive. Il est parfois nécessaire de redoubler cette indication (**34**), ou de faire occuper deux sections par une même locomotive pour en interdire l'accès à d'autres (voir **1131** et fig. 1).

Les colonnes 6 et 7 (A1 et A2) indiquent normalement l'aiguillage d'entrée de la section où se trouve la loco. Cet aiguillage reste occupé pendant la durée du passage de la rame, c.à.d. pen-

De eerste kolom (I) geeft het nummer weer van de verschillende lokomotieven.

De tweede kolom (Z) verwijst naar de plaats waar de lokomotief nieuwe instrukties kan vinden wanneer zij aan het einde van een sektie is gekomen (zie **33**, Tabel TAB).

De derde kolom (DES) geeft de bestemming weer, (definitieve of voorlopige bestemming) van de lokomotief.

Kolommen 4 en 5 (S1 en S2) duiden de sekties aan die door de lokomotief worden bezet. Het kan soms noodzakelijk zijn deze aanduiding te herhalen (**34**) of twee sekties door één lokomotief te laten bezetten, zodanig dat de andere lokomotieven geen toegang krijgen tot deze sekties (zie **1131** en fig. 1).

Kolommen 6 en 7 (A1 en A2) duiden gewoonlijk de wissel aan langs dewelke de lokomotief een sektie binnenrijdt. Deze wissel wordt bezet gehouden tijdens de tijd van de doortocht van

dant les trois premières minutes du séjour de la loco dans la section considérée. Comme ci-dessus pour les sections, il est parfois nécessaire de redoubler cette indication, ou de bloquer p.ex. un aiguillage et un croisement pendant l'entrée de la rame dans la section.

La colonne 8 donne la durée TS du parcours de la section (**31**) tandis que la colonne 9 donne TL, c.à.d. le temps depuis lequel la loco se trouve dans la section considérée. A chaque minute, une unité est ajoutée à TL : quand TL = TS, la loco est arrivée en fin de section et demande de nouvelles instructions. Si celles-ci lui imposent d'attendre, le chiffre 0 qui se trouve normalement dans la colonne 10 (AT) est remplacé par un 1.

Enfin, la onzième colonne (RL) indique le nombre de berlines tractées par la locomotive.

En résumé, les onze colonnes du tableau TEE donnent tous les renseignements concernant les locomotives à un moment donné. Les chiffres de la colonne 9 (TL = temps de séjour) sont remis à jour automatiquement à chaque tranche de temps de 1 minute; les autres indications doivent être remplacées (nouvelle feuille de route) à chaque changement de section (voir **34**) sauf le numéro de locomotive I (col. 1) et le nombre de berlines (RL, col. 11).

La destination sera remise en cause aux aiguillages de choix et aux points de chargement.

Les données de la simulation comporteront un tableau TEE donnant la situation initiale du réseau. En cas de simulation « en chaîne » d'un certain nombre de postes, c'est la situation finale de chaque poste qui fournira ce tableau initial au poste suivant.

Considérons à titre d'exemple la matrice TEE du tableau II.

Il y a neuf locomotives sur le réseau, à chacune desquelles correspond une des lignes de la matrice. La locomotive 1 revient vers les puits avec des pleines. Elle se trouve depuis 3 minutes (col. 9) dans la section 121 (col. 4). Elle n'a donc pas encore complètement libéré l'aiguillage 222 (col. 6) par lequel elle a pénétré dans cette section. A la minute suivante, on aura TL = 4, l'aiguillage sera libéré, et l'indication 222 de la col. 6 sera remplacée par zéro. La locomotive restera encore dans la section 121 pendant 7 minutes, soit la différence entre TS = 10 de col. 8 et TL = 3 de col. 9. A ce moment, elle consultera la

de trein t.t.z. gedurende de drie eerste minuten van het verblijf van de lokomotief in de beschouwde sektie.

Zoals we reeds voor de sekties zegden, kan het hier soms ook noodzakelijk zijn deze aanduiding twee maal weer te geven, of een wissel en een kruising tijdens het binnenrijden van een trein in de sektie te vergrendelen.

Kolom 8 geeft de duur TS van de verplaatsing in de sektie (**31**), terwijl kolom 9 « TL » aanduidt, t.t.z. de tijd sedert dewelke de lokomotief zich in de beschouwde sektie bevindt. Na iedere minuut verhoogt TL met één eenheid : is TL = TS, dan betekent dit dat de lokomotief aan het einde van de sektie gekomen is, zodat er nieuwe instrukties moeten gevraagd worden. Zeggen deze instrukties : « Wachten », dan wordt het cijfer 0 dat normaal in kolom 10 (AT) voorkomt, vervangen door het cijfer 1.

De elfde kolom tenslotte (RL) geeft het aantal wagens weer dat door de lokomotief wordt getrokken.

Samenvattend kan men zeggen dat de elf kolommen van de tabel TEE ons al de inlichtingen verschaffen betreffende de verschillende lokomotieven op ieder ogenblik. De getallen van kolom 9 (TL = aanwezigheidstijd) worden automatisch bijgewerkt na iedere schijf van 1 minuut; de andere aanduidingen moeten vervangen worden (nieuw reisblad) bij iedere sektie verandering (zie **34**), uitgenomen het nummer van de lokomotief (kol. 1) en het aantal wagens (RL, kol. 11).

De bestemming wordt onderzocht aan keuzewissels en aan laadpunten.

Bij de gegevens van de simulatie, komt er een tabel TEE voor, die de begintoestand aangeeft van de lokomotieven op het sporennet.

Wanneer er verscheidene posten achter elkaar worden gesimuleerd, zal de eindtoestand van de ene post overgenomen worden als begintoestand voor de volgende post.

Nemen wij als voorbeeld de matrix TEE van tabel II.

Er bevinden zich 9 lokomotieven op het sporennet; iedere lijn van de table TEE geeft de situatie weer van een lokomotief. De lokomotief 1 rijdt met vollen naar de schacht toe, en bevindt zich sedert 3 minuten (kol. 9) in sektie 121 (kol. 4); wissel 222 (kolom 6) waarlangs de lokomotief deze sektie binnenreed is dus nog niet gans vrij. Tijdens de volgende minuut zal men TL = 4 hebben, zodanig dat de wissel vrijkomt, waardoor de aanduiding 222 van kolom 6 zal vervangen worden door nul. De lokomotief zal nog gedurende 7 minuten in sektie 121 blijven, namelijk het verschil tussen TS = 10 en TL = 3 van

ligne Z = 192 (col. 2) du tableau TAB (cfr. par. **34**). La colonne 11 nous rappelle que la locomotive remorque 45 berlines (pleines puisque la section 121 est dirigée vers le puits).

La loco 2 est en section 43 (col. 4) depuis 5 minutes (col. 9) et en sortira dans une minute (col. 8 : 6 — 5 = 1) puis fera appel à la ligne Z = 28 (col. 2) du tableau TAB pour passer à la section suivante.

La locomotive 3 quittera dans une minute la section 3 (Jonction, direction des vides).

La locomotive n° 4 est à l'entrée de cette même Jonction. Elle attend à la sortie de la section 2 depuis TL — TS = col. 9 — col. 8 = 28 — 4 = 24 minutes de pouvoir entrer en 3. C'est la présence de la locomotive n° 3 qui l'en empêche (nous avons vu que nous avons interdit à des rames, même circulant dans le même sens, de s'engager dans la Jonction à la suite l'une de l'autre).

La locomotive n° 5 attend au même point depuis 2 minutes. Si deux locos attendent au même point, c'est celle avec le plus petit numéro qui repartira la première; ce « dépassement » fictif ne présente guère d'inconvénient (il suffit de supposer que les locos changent de numéro).

La locomotive n° 6 attend au puits qu'il y ait assez de vides pour former une rame et partir. Il n'est pas possible de voir sur le tableau depuis combien de temps elle attend, mais, en fin de poste, seront totalisés : les temps d'attente au puits, à chaque chantier et en chaque point du réseau, ainsi que les temps d'attente de chaque locomotive et sa saturation.

La locomotive n° 7 est engagée dans la section 104 depuis 6 minutes et y restera encore 24 — 6 = 18 minutes. Le temps moyen TM de parcours de cette section est de 19 minutes (voir tableau III, ligne 194), mais, à cause de la dispersion, le temps TS retenu est plus élevé de 5 minutes.

La locomotive n° 8 est depuis 6 minutes en section 4, le temps TS calculé est inférieur de 3 minutes au temps moyen TM renseigné au tableau III, TAB, ligne 3, col. 15).

La locomotive n° 9 est arrivée en fin de section 104. Elle devrait s'engager avec sa rame de pleines dans la section 103 (Jonction, direction puits), mais elle devra attendre, car la locomotive 3 occupe cette section, et les locos 4 et 5 s'y enga-

kolom 9. Hierna zal zij de lijn Z = 192 (kol. 2) van de tabel III (TAB) raadplegen (zie par. **34**). Kolom 11 zegt ons dat de lokomotief 45 wagens trekt (vermits we ons in sektie 121 bevinden die naar de schacht leidt, gaat het hier over vollen).

De lokomotief 2 bevindt zich sinds 5 minuten (kol. 9) in sektie 43 (kol. 4), die zij binnen één minuut (kol. 8 : 6 - 5 = 1) gaat verlaten; vooraleer de volgende sektie binnen te rijden, wordt zij naar lijn Z = 28 (kol. 2) van de tabel III (TAB) verwezen.

De lokomotief 3 zal de sektie 3 (Jonction = richting legen) binnen één minuut verlaten.

De lokomotief 4 staat aan de ingang van dezelfde Jonction. Zij wacht aan het einde van sektie 2 sedert TL — TS of kol. 9 — kol. 8 = 28 — 4 = 24 minuten om de sektie 3 binnen te rijden, daar de lokomotief 3 zich in deze sektie bevindt. Zoals hoger gezegd, laten wij niet toe dat 2 treinen, zelfs in dezelfde richting, de Jonction gelijktijdig oprijden.

De lokomotief 5 wacht sinds 2 minuten aan hetzelfde punt. Wanneer er twee lokomotieven aan eenzelfde punt wachten, is het de lokomotief met het kleinste nummer die eerst zal vertrekken; dit fiktief « voorbijrijden » stelt geen enkel probleem (men kan zich inderdaad voorstellen dat de lokomotieven van nummer veranderen).

De lokomotief 6 wacht aan de schacht tot zij voldoende legen heeft om een trein te vormen. Uit de tabel kan men niet afleiden hoelang deze lokomotief reeds wacht; op het einde van de post zullen echter volgende tijden worden samengeteld : de wachttijden aan de schacht, aan ieder laadpunt, en in iedere spoorsektie; tevens wordt dan ook de rijtijd en de verzadiging van iedere lokomotief aangegeven.

De lokomotief 7 bevindt zich in sektie 104 sinds 6 minuten, waar zij nog gedurende 24 — 6 = 18 minuten zal blijven.

De gemiddelde rijtijd TM van deze sektie bedraagt 19 minuten (zie tabel TAB, lijn 194) maar wegens de dispersie wordt hier als rijtijd TS = 24 minuten genomen, dus 5 minuten groter dan TM.

De lokomotief 8 bevindt zich sinds 6 minuten in sektie 4 waarvoor als rijtijd TS een tijd werd bekomen, die 3 minuten lager ligt dan de gemiddelde rijtijd TM die we in de tabel TAB, lijn 3, kolom 15 terugvinden.

De lokomotief 9 is aan het einde van sektie 104 gekomen. Zij zou nu met de vollen de sektie 103 moeten binnenrijden (Jonction, richting schacht) maar zij moet wachten daar lokomotief 3 deze sektie bezet, en de lokomotieven 4 en 5

geront avant la loco n° 9, dans le sens vers les chantiers.

Dans cet exemple, il est clair que la « Jonction » constitue un étranglement.

33. Passage d'une section à la suivante : matrice TAB

La matrice TAB dont le tableau III donne un exemple est la pièce centrale de tout le programme. C'est elle qui contient les informations relatives à l'articulation des différentes sections les unes avec les autres, et traduit donc en lan-

deze sektie vóór lokomotief 9 in de richting van de laadpunten zullen binnenrijden.

In dit voorbeeld vormt de « Jonction » klaarblijkelijk een knelpunt.

33. Overgang van een sektie naar de volgende : de matrix TAB

De kern van gans het programma is de matrix TAB, waarvan de tabel III een voorbeeld is. Het is deze matrix die de informaties bevat over de verschillende sekties en hun onderling verband en die de topografische struktuur van het spoornet

Tableau III — *Matrice TAB du réseau*

Tabel III — *Matrix TAB van het spoornet*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Z	DIS	DES	S1	S2	A1	A2	DIST	Z	DES	S1	S2	A1	A2	TM	TL	AT
1.	1.	999.	999.	999.	201.	999.	0.	2.	1.	2.	0.	201.	0.	4.	1.	0.
2.	1.	999.	103.	3.	202.	999.	0.	3.	1.	3.	3.	202.	0.	6.	1.	0.
3.	1.	999.	999.	999.	203.	999.	0.	4.	1.	4.	0.	203.	0.	18.	1.	0.
4.	1.	999.	105.	999.	204.	999.	0.	5.	1.	5.	0.	204.	0.	3.	1.	0.
5.	1.	999.	999.	999.	205.	999.	0.	10.	1.	6.	0.	205.	0.	5.	1.	0.
10.	10.	999.	999.	999.	999.	999.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
11.	1.	999.	111.	12.	206.	999.	0.	15.	11.	11.	0.	206.	0.	4.	1.	0.
12.	1.	999.	999.	999.	206.	999.	0.	20.	2.	21.	0.	206.	0.	8.	1.	0.
13.	1.	999.	999.	999.	206.	999.	0.	20.	2.	21.	0.	206.	0.	8.	1.	0.
14.	1.	999.	999.	999.	206.	999.	0.	20.	2.	21.	0.	206.	0.	8.	1.	0.
15.	1.	999.	999.	999.	211.	999.	0.	100.	11.	12.	12.	211.	0.	9.	1.	0.
20.	10.	999.	999.	999.	999.	999.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
22.	1.	999.	31.	999.	222.	231.	0.	100.	12.	31.	0.	222.	231.	11.	1.	0.
23.	1.	999.	141.	142.	222.	999.	0.	25.	13.	41.	41.	222.	0.	4.	1.	0.
24.	1.	999.	141.	142.	222.	999.	0.	26.	14.	41.	41.	222.	0.	4.	1.	0.
25.	1.	999.	142.	999.	241.	999.	0.	100.	13.	42.	0.	241.	0.	7.	1.	0.
26.	1.	999.	142.	999.	241.	999.	0.	27.	14.	42.	0.	241.	0.	7.	1.	0.
27.	1.	999.	999.	999.	243.	999.	0.	28.	14.	43.	0.	243.	0.	6.	1.	0.
28.	1.	999.	999.	999.	999.	999.	0.	100.	14.	44.	0.	0.	0.	6.	1.	0.
100.	4.	999.	999.	999.	999.	999.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
101.	5.	999.	999.	999.	999.	999.	0.	101.	31.	12.	0.	0.	0.	98.	98.	1.
102.	5.	999.	999.	999.	999.	999.	0.	102.	31.	31.	0.	0.	0.	98.	98.	1.
103.	5.	999.	999.	999.	999.	999.	0.	103.	31.	45.	0.	0.	0.	98.	98.	1.
104.	5.	999.	999.	999.	999.	999.	0.	104.	31.	44.	0.	0.	0.	98.	98.	1.
111.	1.	999.	11.	999.	211.	999.	0.	191.	21.	111.	0.	211.	0.	5.	1.	0.
112.	1.	999.	999.	999.	222.	231.	0.	192.	21.	121.	0.	222.	231.	10.	1.	0.
113.	1.	999.	41.	999.	241.	999.	0.	121.	21.	141.	0.	241.	0.	4.	1.	0.
114.	1.	999.	999.	999.	999.	999.	0.	116.	21.	143.	0.	0.	0.	7.	1.	0.
116.	1.	999.	42.	41.	243.	999.	0.	117.	21.	142.	142.	243.	0.	7.	1.	0.
117.	1.	999.	41.	999.	241.	999.	0.	121.	21.	141.	0.	241.	0.	4.	1.	0.
121.	1.	999.	999.	999.	222.	999.	0.	192.	21.	121.	0.	222.	0.	10.	1.	0.
191.	1.	999.	999.	999.	206.	999.	0.	193.	30.	106.	0.	206.	0.	6.	1.	0.
192.	1.	999.	999.	999.	999.	999.	0.	193.	30.	106.	0.	0.	0.	6.	1.	0.
193.	1.	999.	5.	999.	205.	999.	0.	194.	30.	105.	0.	205.	0.	3.	1.	0.
194.	1.	999.	999.	999.	204.	999.	0.	195.	30.	104.	0.	204.	0.	19.	1.	0.
195.	1.	999.	3.	103.	203.	999.	0.	196.	30.	103.	103.	203.	0.	6.	1.	0.
196.	1.	999.	999.	999.	202.	999.	0.	197.	30.	102.	0.	202.	0.	4.	1.	0.
197.	1.	999.	999.	999.	999.	999.	0.	199.	30.	101.	0.	0.	0.	6.	1.	0.
199.	6.	999.	999.	999.	999.	999.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
200.	3.	999.	999.	999.	999.	999.	0.	200.	32.	1.	0.	0.	0.	98.	98.	1.

gage ordinateur la structure topographique du réseau et les contraintes qui en résultent. C'est elle également qui introduit les références aux différentes logiques de dispatching, et les fait intervenir à point voulu. C'est elle enfin qui assure la mise à jour des « feuilles de route » des locomotives, groupées dans le tableau TEE.

Notons que cette matrice TAB est rédigée une fois pour toutes au moment de l'établissement des données, et, contrairement à la matrice TEE, reste inchangée pendant toute la simulation.

La matrice TAB du tableau III a 17 colonnes et un maximum de 200 lignes. Chaque ligne correspond à une section parcourue dans un sens déterminé avec une destination déterminée. Si donc une section peut être parcourue par des rames ayant trois destinations différentes, elle occupera trois lignes de la matrice. Avec 200 lignes on peut couvrir les réseaux les plus étendus qu'il soit pratiquement souhaitable de pouvoir traiter.

La première colonne contient le numéro d'ordre Z de la ligne correspondante; il sert de référence pour consulter la table.

La deuxième colonne contient le numéro du « Dispatcher » ou de la procédure logique à consulter au moment de quitter une section (voir **34**).

Les colonnes 3 à 7 indiquent une destination (3), des sections (4-5) ou des aiguillages (6-7) dont la disponibilité ou l'occupation interviendra dans la logique du dispatcher, et conditionnera la décision d'entrer dans la section suivante, ou même le choix de cette section.

Les colonnes 9 à 17 servent à mettre à jour les feuilles de route des locomotives : lors du changement de section, elles sont substituées en bloc aux colonnes 2 à 10 de la ligne de TEE correspondant à la locomotive considérée, introduisant ainsi dans TEE les données (future référence à TAB, destination, occupation de sections et d'aiguillages, initialisation du temps de séjour et de l'indice d'attente) relatives à la nouvelle section. Une remarque cependant : le temps moyen de parcours TM, renseigné à la colonne 15 de TAB, n'est pas enregistré tel quel en TEE, mais modifié au préalable, suivant le processus indiqué en **32**, de façon à enregistrer un temps de parcours aléatoire TS dans la colonne 8 de TEE. En variante, au lieu de porter TM en colonne 15 de TAB, on peut indiquer dans la colonne 8 du même tableau la distance à parcourir, et laisser calculer TM par le programme (**32**).

met de opgelegde beperkingen omzet in computertaal. Het is ook deze matrix die naar de verschillende dispatchingprocedures verwijst en deze doet plaats vinden wanneer zulks wordt gewenst. Het is tenslotte ook deze tabel die het mogelijk maakt de « reisbladen » van de lokomotieven bij te houden, die samengebracht zijn in de tabel TEE.

Er valt op te merken dat deze matrix TAB eens en voorgoed wordt opgesteld tijdens het verzamelen van de gegevens, en dat zij tijdens de simulatie niet verandert, dit in tegenstelling met de tabel TEE.

De matrix TAB van tabel III bevat 17 kolommen en maximum 200 lijnen. Iedere lijn komt overeen met een welbepaalde sektie, en met een welbepaalde bestemming. Indien dus een sektie kan gebruikt worden door treinen voor drie verschillende bestemmingen, dan zal men voor deze sektie 3 lijnen voorzien in de matrix. Met 200 lijnen kan men de meest uitgebreide sporennetten omvatten die praktisch nog wenselijk zijn om behandeld te worden.

De eerste kolom bevat de rangnummer Z van de overeenkomstige lijnen; dit nummer dient als referentie om de tabel te raadplegen.

De tweede kolom bevat het nummer van de « Dispatcher » of het logisch proces dat moet geraadpleegd worden op het ogenblik dat men van sektie gaat veranderen (zie **34**).

De kolommen 3 tot 7 geven weer : de bestemming (3) de sektie (4-5) en de wissels (6-7), waarvan de toestand (vrij of bezet) in het redeneringsproces van de dispatcher tussenkomt en de beslissing bepaalt, of men van de ene naar de andere sektie mag overgaan.

De kolommen 9 tot 17 dienen om de reisbladen van de lokomotieven bij te houden : wanneer er van sektie veranderd wordt, zullen deze kolommen in blok de kolommen 2 tot 10 vervangen van de lijn van TEE, die met de beschouwde lokomotief overeenstemt; in deze TEE worden aldus bij een sektieverandering volgende gegevens ingebracht : het referentienummer naar TAB, de bestemming, de bezetting van sekties en wissels, initialisatie van de verblijftijd en van de wachtindex in de nieuwe sektie. We moeten hier nochtans volgende opmerking maken : de gemiddelde rijtijd TM die we in kolom 15 van de TAB aantreffen, zullen we niet als dusdanig in de TEE terugvinden; deze rijtijd werd inderdaad eerst aangepast zoals aangeduid in par. **32**, zodat we als rijtijd een toevalsveranderlijke TS in kolom 8 van de TEE terugvinden. Een variante bestaat er in dat men in kolom 8 van de tabel TAB de af te leggen afstand aangeeft, in plaats van de tijd TM in kolom 15 van dezelfde tabel; het programma zal dan zelf de tijd TM berekenen (**32**).

Nous n'avons pas utilisé cette possibilité à Winterslag, les temps y étant trop influencés par les circonstances locales.

Nous allons illustrer le mécanisme du TAB en suivant, sur la figure 7, un train de 45 vides quittant le puits avec la locomotive n° 1. Le chantier vers lequel il se dirige peut être fixé à partir du puits, ou bien n'être déterminé qu'en cours de route. (**1133**). Le réseau étant équipé d'un trolleyphone reliant en permanence le dispatching, les machinistes et les points de chargement, les destinations seront déterminées à chaque aiguillage de choix.

A une locomotive en attente au puits avec des vides, et prête à s'engager sur la section 2, correspond la ligne Z = 1 de TAB. La colonne 2 « DISpatch = 1 » signifie que le départ dépendra uniquement de critères de disponibilité, précisés par les colonnes 3 à 7.

La colonne 3 : DEStinations contient 999, nombre sans signification; il n'y a donc pas de condition relative aux destinations des autres locomotives. Si par contre nous avions 30, c.à.d. la destination « puits », le départ ne pourrait avoir lieu que si aucune autre locomotive ne se trouvait en marche vers le puits, entre les aiguillages 206 et 201 : ceci nous donne le moyen d'établir des priorités. A cet effet, le programme DISpatch 1 compare le nombre inscrit en colonne 3 de TAB avec tous ceux qui se trouvent dans la colonne 3 de TEE, vérifiant ainsi qu'aucune autre locomotive n'a la destination 30.

Les colonnes 4 et 5 contiennent également des 999 : la présence d'autres locos sur les sections dédoublées 2 (même sens) et 102 (autre voie) ne gêne aucunement le départ.

En colonne 6 nous lisons A1 = 201. Pour quitter le puits, la loco doit passer sur l'aiguillage 201. Le programme contrôlera dans la colonne 6 de TEE qu'aucune autre locomotive ne se trouve encore en 201. (N.B. - Rappelons que 201 est effacé automatiquement en TEE après 3 minutes de séjour).

En colonne 7, A2 = 999 : dans le cas présent, il n'y a pas de second appareil à contrôler.

Si donc le contrôle de A1 est positif, la locomotive s'engagera dans la section 2, et les colonnes

Wij hebben in Winterslag deze laatste mogelijkheid niet gebruikt, gezien het feit dat de tijden sterk worden beïnvloed door plaatselijke omstandigheden.

Wij zullen nu met een voorbeeld aantonen hoe de tabel TAB wordt opgesteld; we zullen hiervoor een trein met 45 legen volgen die vanaf de schacht met loco n° 1 vertrekt. Ofwel beslist men reeds aan de schacht naar welke werkplaats men de legen zal sturen, ofwel beslist men onderweg, wanneer men aan een keuzewissel is gekomen.

Wij zullen de tweede oplossing kiezen, daar wij over trolleyfoons beschikken die het ons mogelijk maken een permanente verbinding te hebben tussen de dispatching, de lokomotiefmachinisten en de verschillende laadpunten.

Een lokomotief die met legen wacht aan de schacht, gereed om sektie 2 binnen te rijden, verwijst men naar lijn Z = 1 van de TAB. De kolom 2 « DIS » = 1 betekent dat het vertrek uitsluitend wordt bepaald door kriteria die men kan terugvinden in de kolommen van 3 tot 7.

De kolom 3 : DES bevat het getal 999, een getal zonder betekenis, zodat we niet moeten kijken naar de bestemming van de andere lokomotieven. We zouden ons integendeel kunnen indenken dat om bepaalde redenen de lokomotief met de legen aan de schacht niet mag vertrekken, zolang er zich een lokomotief met vollen bevindt tussen de wissels 206 en 207, dus met DES = 30, namelijk bestemming schacht. In dit geval zouden we in de TAB, Z = 1, in de kolom 3 : DES = 30 schrijven. Met de kolom DES hebben we dus de mogelijkheid prioriteiten in te voeren.

Met dit doel vergelijkt het programma DISPATCH 1 het getal dat zich in kolom 3 van de TAB bevindt met al de getallen die zich in kolom 3 van de TEE bevinden, om na te gaan of er geen andere lokomotief de bestemming 30 heeft.

De kolommen 4 en 5 bevatten eveneens de getallen 999 : de aanwezigheid van andere lokomotieven in de ontdubbelde sekties 2 (zelfde richting) en 102 (ander spoor) beletten geenszins het vertrek van de legen aan de schacht.

In kolom 6 lezen wij A1 = 201. Bij het verlaten van de schacht moet de lokomotief de wissel 201 oversteken.

Het programma zal kolom 6 van de TEE kontroleren, om na te gaan of er zich nog geen andere lokomotief op de wissel 201 bevindt. (N.B. Herinneren we eraan dat 201 automatisch wordt uitgewist in de TEE na een bezetting van 3 minuten).

In kolom 7, A2 = 999 : in ons geval moet er geen tweede wissel worden gekontroleerd.

Indien dus de kontrole van A1 positief uitvalt, dan kan de lokomotief de sektie 2 binnen rijden,

9 à 17 de la première ligne de TAB doivent lui fournir la nouvelle feuille de route à insérer dans TEE. Voyons ce qu'il faut inscrire dans ces colonnes.

Col. 9 : Z = 2 : à la fin de la section 2, c'est la ligne 2 de TAB qu'il faudra consulter.

Col. 10 : DEStination 1 : la destination provisoire est l'aiguillage 206 où un premier choix devra être fait.

Col. 11 : S1 = 2, Col. 12 : S2 = 0 : la locomotive occupera la section 2; dans ce cas simple, il n'est pas nécessaire de répéter cette indication, ni de bloquer une seconde section.

Col. 13 : A1 = 201, Col. 14 : A2 = 0 : seul l'aiguillage 201 sera occupé (pendant 3 minutes seulement).

Col. 15 : TM = 4 : temps de parcours moyen de la section 2.

Col. 16 : TL = 1 et Col. 17 : AT = 0 : Initialisation du temps de séjour et de l'indice « attente » au moment où la locomotive pénètre en section 2.

Dès que le dispatcher constate que l'aiguillage 201 est libre, le contenu des colonnes 9 à 17 se substitue à la ligne de TEE correspondant à la locomotive n° 1, et TL est mis à jour, minute par minute, jusqu'à ce que TL = TS, indiquant l'arrivée à la fin de la section 2. La colonne 2 de TEE renvoie alors à la ligne Z = 2 de TAB où nous devons trouver les indications ci-après :

Col. 1 : Z = 2.

Col. 2 : DIS = 1 : contrôle de disponibilité pour accès dans la section suivante.

Col. 3 : DES = 999 : pas de problème concernant la destination.

Col. 4 : S1 = 103 : la section 3 étant à voie unique, on ne peut évidemment s'y engager si une locomotive y circule en sens contraire.

Col. 5 : S2 = 3 : nous interdisons la présence simultanée dans la Jonction de deux locomotives circulant dans le même sens. Il faut donc contrôler la disponibilité non seulement de la section 103, mais également celle de la section 3.

Col. 6 : A1 = 202 et Col. 7 : A2 = 999 : contrôle du seul aiguillage 202 donnant accès à la section 3.

Col 8 : inutilisée.

en de kolommen 9 tot 17 van de eerste lijn van de TAB zullen het nieuw reisblad van de lokomotief uitmaken, dat wordt ingeschreven in de TEE. Laten we eens nagaan wat we in deze kolommen zullen schrijven.

Kolom 9 : Z = 2 : aan het einde van sektie 2 zal de lijn 2 van de TAB moeten geraadpleegd worden.

Kolom 10 : DES = 1 : de voorlopige bestemming is wissel 206, waar er een eerste keuze zal moeten gebeuren.

Kolom 11 : S1 = 2, kolom 12 : S2 = 0 : de lokomotief zal de sektie 2 bezet houden; in dit eenvoudig voorbeeld, is het niet nodig deze aanduiding te herhalen, of een tweede sektie af te grendelen.

Kolom 13 : A1 = 201, kolom 14 : A2 = 0 : alleen de wissel 201 zal worden bezet gehouden (enkel gedurende 3 minuten).

Kolom 15 : TM = 4 = gemiddelde rijtijd in de sektie 2.

Kolom 16 : TL = 1 en kolom 17 : AT = 0 : initialisatie van de verblijftijd en de index « wachten » op het ogenblik dat de lokomotief de sektie 2 binnenrijdt.

Zo gauw de dispatcher vaststelt dat wissel 201 vrij is, wordt de inhoud van de kolommen 9 tot 17 in de lijn van de TEE overgeschreven die overeenkomt met lokomotief 1, en TL wordt minuut per minuut bijgewerkt tot op het ogenblik dat TL = TS, wat aanduidt dat de lokomotief aan het einde van sektie 2 is gekomen. De kolom 2 van de TEE verwijst dan naar de lijn Z = 2 van de TAB, waar wij volgende aanduidingen vinden :

Kolom 1 : Z =2.

Kolom 2 : DIS = 1 ; kontrole aangaande het beschikbaar zijn van de volgende sektie.

Kolom 3 : DES = 999 : geen probleem met de bestemming.

Kolom 4 : S1 = 103 : daar de sektie 3 enkel spoor is, is het duidelijk dat een lokomotief deze sektie slechts mag binnenrijden, wanneer er in deze sektie geen lokomotief aankomt uit tegengestelde richting.

Kolom 5 : S2 = 3 : daar 2 lokomotieven zich niet gelijktijdig in deze bijzondere sektie mogen bevinden, ook wanneer zij in dezelfde richting rijden, zal men dus moeten nagaan of de twee sekties 103 en 3 allebei beschikbaar zijn.

Kolom 6 : A1 = 202 en kolom 7 : A2 = 999 : kontrole van de enkele wissel 202 waar sektie 3 begint.

Kolom 8 : niet gebruikt.

Le reste de la ligne constitue la feuille de route de la locomotive s'engageant dans la section 3. Il s'écrit :

Colonne Kolom	9	10	11	12
	Z	DES	S1	S2
	3	1	3	3

L'occupation de la section 3, indiquée en col. 11, a été répétée en colonne 12, qui deviendra la col. 5 de TEE. En effet, une interdiction de pénétrer dans 3 a été indiquée dans la col. 5 ligne 2 de TAB (voir ci-dessus). Cette col. 5 de TAB sera comparée par l'ordinateur à la col. 5 de TEE : il était donc nécessaire de répéter l'occupation dans celle-ci.

L'aiguillage 202 sera occupé pendant 3 min. lors de l'entrée dans 3, et le temps de parcours moyen est 6 minutes.

En fin de section 3, l'indice Z = 3, indiqué en col. 9 de TAB et reporté en col. 2 de TEE renverra pour la suite à la 3ème ligne de TAB, les feuilles de route s'enchaînant par l'intermédiaire de TAB : ligne 1 - section 2 - ligne 2 - section 3 - ligne 3 - section 4 - ligne 4 - section 5 - ligne 5 - section 6 - ligne 10. Ici le processus se modifie.

La ligne 10, comme toutes celles pour lesquelles Z est multiple de 10, concerne un choix sur la destination, à faire au moment du passage de l'aiguillage 206. On ne fait plus appel au dispatch 1, mais au dispatch 10, qui choisira la direction à suivre en fonction de la situation des stocks de berlines aux chantiers (**34**). Les contrôles de disponibilité n'interviennent pas dans ce choix : les colonnes 3 à 7 sont remplies de 999, et les colonnes 8 à 17 de 0.

Le dispatcher choisira p. ex. d'envoyer nos vides au point de chargement n° 2, et nous renverra à la ligne Z = 10 + 2 = 12 de la matrice TAB (sortie de section 6 avec destination 2 = point de choix 222).

La section 21-121 étant à double voie, seule importe la disponibilité de l'aiguillage 206 (auquel correspondent matériellement trois aiguillages contigus). A la sortie de la section 21 nous nous trouvons à l'aiguillage de choix 222 et sommes renvoyés à la ligne Z = 20 de TAB, qui est identique à la ligne 10. Le dispatcher 10 interviendra de nouveau, mais comme la situation des chantiers a pu évoluer depuis le choix précédent, il se peut qu'il nous aiguille vers le point de chargement n° 4 et nous renvoie vers la ligne

Het overige gedeelte van de lijn stelt het reisblad voor van de lokomotief die zich in de sektie 3 begeeft, dat er dus als volgt uitziet :

13	14	15	16	17
A1	A2	TM	TL	AT
202	0	6	1	0

De bezetting van de sektie 3, aangeduid in kolom 11, werd herhaald in kolom 12, die kolom 5 zal worden van de TEE. Het is inderdaad zo dat in kolom 5, lijn 2, van de TAB (zie hoger) de toegang tot sektie 3 wordt verboden. Het is deze kolom 5 van de TAB die zal vergeleken worden door de computer met kolom 5 van de TEE : daarom was het noodzakelijk de bezetting in deze kolom te herhalen.

De wissel 202 zal gedurende 3 minuten worden bezet gehouden, en de gemiddelde rijtijd bedraagt 6 minuten.

Aan het einde van de sektie 3, zal de index Z = 3, die in kolom 9 van de TAB voorkomt en overgenomen werd in kolom 2 van de TEE, voor het verder verloop naar de 3de lijn van de TAB verwijzen, waardoor dan ook telkens de reisbladen uit deze TAB ontstaan : lijn 1 - sektie 2 - lijn 2 - sektie 3 - lijn 3 - sektie 4 - lijn 4 - sektie 5 - lijn 5 - sektie 6 - lijn 10. Hier gebeurt er een ander verloop.

De lijn 10, en dit is tevens waar voor al de lijnen met als nummer een veelvoud van 10, heeft betrekking op de keuze van bestemming die moet gebeuren op het ogenblik dat men aan wissel 206 komt. Men gaat nu geen beroep doen op dispatch 1, wel op dispatch 10, die zal uitmaken welke richting er moet genomen worden, dit in funktie van de toestand van de voorraad wagens aan de laadpunten (**34**). De kontroles over de beschikbaarheid van de sekties komen voor deze keuze niet in aanmerking : de kolommen 3 tot 7 worden ingevuld met 999, en de kolommen 8 tot 17 met 0.

De dispatcher zal b.v. uitmaken dat onze legen naar laadpunt n° 2 moeten gestuurd worden, waarna hij ons naar de lijn Z = 10 + 2 = 12 stuurt van de matrix TAB (uitgang van sektie 6 met bestemming 2 = keuzepunt 222).

Daar de sektie 21 - 121 dubbel spoor bevat, moet er enkel worden nagegaan of wissel 206 vrij is (in feite heeft men in 206 drie wissels naast elkaar). Bij het verlaten van de sektie 21, komen wij aan de keuzewissel 222 te staan, en worden wij naar de lijn Z = 20 van de TAB gestuurd, die identiek is met de lijn 10.

De dispatcher 10 zal opnieuw tussenkomen, en het kan nu goed mogelijk zijn, gezien het feit dat de toestand van de laadpunten sedert de vorige keuze kan veranderd zijn, dat hij ons naar

20 + 4 = 24 de TAB. Celle-ci indique que, pour quitter la section 21 avec destination 14, il faut vérifier la disponibilité non seulement de 141, mais également de 142 : la section 42-142 est à voie unique, la voie latérale 45 étant réservée aux stations pleins et vides du point de chargement n° 3, et une locomotive engagée dans 142 (direction puits) n'a pas la possibilité de s'effacer pour en laisser passer une autre, sortant de 41, en direction des fronts.

La succession des sections 41 - 42 - 43 - 44 sera assurée par les lignes 24 - 26 - 27 - 28. Le temps de parcours de la section 44 représente en fait la durée des manœuvres (6 min.) au point de chargement 4. Il n'y a pas de section 144 correspondante.

Après 6 minutes de séjour en 44, la colonne 2 de TEE nous renvoie à la ligne Z = 100 de TAB. Dans cette ligne, identique pour tous les points de chargement, compte seule la colonne 2 qui fait intervenir le dispatcher 4. Celui-ci :

— identifie le point de chargement considéré ;

— mémorise et annule le nombre RL = 45 de berlines amenées par la locomotive, indiqué en colonne 11 de TEE;
— ajoute ce nombre à celui du stock de vides du chantier, et le retranche de celui des berlines « potentielles » CV en route vers ce chantier (**34**);
— renvoie à la ligne 100 + 4 (n° du point de chargement) = 104 de la matrice TAB.

La matrice TEE n'est pas modifiée (locomotive en fin de 44).

La colonne 2 de la ligne 104 fait intervenir le dispatcher 5. Celui-ci compare le nombre de de pleins du chantier avec la longueur de rame imposée (ici 45). Si le nombre de pleins est trop faible pour constituer une rame, la locomotive doit attendre, et les chiffres des colonnes 9 à 17 sont envoyés dans TEE.

Col. 9 (= 2 de TEE) : Z = 104 : retour à la même ligne de TAB après un cycle d'une minute.

Col. 10 (= 3 de TEE) DES = 31 : destination fictive, permettant de repérer les locos en attente chantier.

Col. 11 (= 4 de TEE) S1 = 44 : la locomotive occupe toujours la même section 44.

Col. 15 et 16 (TEE 8 et 9) : TS = TL = 98 : attente en bout de section.

Col. 17 (TEE 10) AT = 1 : attente.

het laadpunt n° 4 stuurt, en ons verwijst naar de lijn Z = 20 + 4 = 24 van de TAB. Deze lijn duidt aan dat wij, vooraleer sektie 21 te verlaten met bestemming 14, de beschikbaarheid moeten nagaan niet alleen van 141, maar ook van 142 : de sektie 42 - 142 bestaat uit enkel spoor, en eens dat een lokomotief zich in sektie 142 (richting schacht) bevindt, is het voor haar niet meer mogelijk uit te wijken om een andere lokomotief door te laten die uit sektie 41 komt, op weg naar de werkplaatsen.

De opeenvolging van de sekties 41 - 42 - 43 - 44 zal geregeld worden door de lijnen 24 - 26 - 27 - 28. In feite is de reistijd van de sektie 44 gelijk aan de maneuvertijd (6 min.) aan laadpunt 4. Er bestaat hier geen overeenstemmende sektie 144.

Na een verblijfsduur van 6 minuten in 44, worden wij door kolom 2 van de TEE naar de lijn Z = 100 van de TAB gestuurd.

Deze lijn geldt voor alle laadpunten en hier is enkel kolom 2 van belang, waardoor dispatcher 4 wordt opgeroepen, die volgende funkties krijgt toegewezen :

— het nummer van het beschouwde laadpunt identificeren;
— onthouden en uitwissen van het aantal wagens door de lokomotief aangebracht, wat aangeduid is in kolom 11 van de TEE;
— het getal lege wagens optellen bij de voorraad legen van het laadpunt, en aftrekken van de « potentiële » wagens CV onder weg naar het laadpunt (**34**);
— terug verwijzen naar de lijn 100 + 4 (4 = N° van het laadpunt) = 104 van de matrix TAB.

De matrix TEE wordt niet gewijzigd (de lokomotief bevindt zich aan het einde van sektie 44).

De kolom 2 van de lijn 104 doet de dispatcher 5 tussenkomen, die het aantal vollen aan het laadpunt vergelijkt met de opgelegde treinlengte (hier 45 wagens). Indien het aantal vollen te weinig is om een trein te vormen, moet de lokomotief wachten, en de getallen van de kolommen 9 tot 17 worden in de TEE binnengebracht.

Kolom 9 (= 2 van de TEE) : Z = 104 : terug naar dezelfde lijn van de TAB na een cyclus van één minuut.

Kolom 10 (= 3 van de TEE) : DES = 31 : fictieve bestemming die toelaat de lokomotieven te herkennen die aan de laadpunten wachten.

Kolom 11 (= 4 van de TEE) : S1 = 44 : de lokomotief bezet steeds dezelfde sektie 44.

Kolom 15 en 16 (= 8 en 9 in de TEE) : TS = TL = 98 : wachten op het einde van sektie 44.

Kolom 17 (= 10 in TEE) : AT = 1 ; wachten.

Si le nombre de pleins atteint 45, le dispatcher 5 soustrait ce nombre du stock de pleins, l'inscrit dans la colonne 11 (RL) de TEE et renvoie ensuite à la ligne 110 + 4 = 114 de TAB, où le processus normal reprend pour pénétrer dans la section 143 après les contrôles de disponibilité normaux.

La locomotive retourne vers le puits suivant les mêmes règles que pour l'aller, mais sans problèmes de choix de direction. A la sortie de la section 101 dont le temps de parcours correspond aux manœuvres au puits, on aboutit à la ligne 199, de structure analogue aux lignes 10, 20, 30.... 90, composées de 999 et de 0. Son rôle est d'introduire le dispatcher 6, homologue du dispatcher 4, qui annule RL dans TEE et rajoute au stock du puits le nombre de pleines amenées par la locomotive. Le dispatcher 6 renvoie à la ligne 200, qui introduit le dispatcher 3 (homologue du 5) et fait attendre la locomotive (bouclage sur la ligne 200) jusqu'à ce que le nombre de vides disponibles au puits atteigne 45. A ce moment, la procédure est rebranchée sur la ligne 1 de la matrice TAB.

Indien het aantal vollen gelijk is aan 45, trekt de dispatcher 5 dit getal af van de voorraad vollen, schrijft dit aantal in kolom 11 (RL) van de TEE en verwijst de lokomotief naar de lijn 110 + 4 = 114 van de TAB, vanwaar dan de normale gang van zaken wordt hernomen om de sektie 143 te mogen binnen rijden, na kontrole van beschikbaarheid van deze sektie.

De lokomotief keert terug naar de schacht volgens dezelfde regels als dit het geval was bij het heengaan, met dit verschil nochtans dat er zich nu geen probleem stelt met het kiezen van een richting. Wanneer men aan het einde van sektie 101 is gekomen, met een rijtijd gelijk aan de maneuvertijd aan de schacht, komt men terecht op lijn 199 die een analoge struktuur heeft als dit het geval was voor de lijnen 10, 20, 30 .... 90, bestaande uit de getallen 999 en 0. Het is hier dat dispatcher 6 optreedt, te vergelijken met dispatcher 4, die RL in de TEE doet verdwijnen, en het aantal vollen dat de lokomotief heeft aangebracht bij de voorraad vollen van de schacht telt. Dispatcher 6 verwijst naar de lijn 200, die de dispatcher 3 oproept (te vergelijken met dispatcher 5) en de lokomotief doet wachten (een kringloop langs de lijn 200) tot het aantal beschikbare legen aan de schacht 45 bedraagt, waarna men terugvalt op lijn 1 van de matrix TAB.

34. Fonctionnement du Dispatch

Nous avons vu, en détaillant le tableau TAB, les interventions des différents sous-programmes du dispatch. Nous les reprenons sommairement ci-dessous.

Le dispatch n° 1 contrôle la disponibilité des destinations, des sections et des aiguillages sur lesquels une locomotive doit s'engager pour pénétrer dans une section. Ceci se fait en comparant le contenu des colonnes 3 à 7 de la ligne de TAB correspondant à la situation de la loco, à celui des colonnes correspondantes du tableau TEE relatif à toutes les autres locomotives. Toute coïncidence signifie « occupation » et impose l'attente sur place. Les colonnes 4 et 6 (S1 et A1) correspondent normalement à la section sur laquelle la loco va s'engager, et à l'aiguillage d'entrée de cette section. Si d'autres sections ou aiguillages doivent être bloqués, on se servira des colonnes 5 et 7 (S2 et A2), mais comme le contrôle se fait colonne par colonne, il faudra veiller dans ce cas à ce que les mêmes numéros de sections et d'aiguillages figurent dans les colonnes 5 et 7 de TEE, donc dans les colonnes 12 et 14 de TAB qui leur servent de modèle. C'est pour cela que certaines sections figurent en double. Les colonnes 3 et 10 (DES) servent à interdire éventuellement la circulation simultanée de plusieurs

34. Dispatch-werking

Bij de verklaring van de TAB hebben we gezien hoe de verschillende sub-programmas van het dispatching-mecanisme tussenkomen, die wij hier nu bondig samenvatten.

Het dispatchingprogramma n° 1 kontroleert de beschikbaarheid van de bestemmingen, van de sekties en van de wissels langswaar een lokomotief heen moet om een sektie binnen te rijden. Dit gebeurt door de inhoud van de kolommen 3 tot 7 van de lijn van de TAB die overeenstemt met de toestand van de lokomotief, te vergelijken met de overeenkomstige kolommen van de tabel TEE voor alle andere lokomotieven. Iedere overeenkomst betekent « bezet » en geeft aanleiding tot een wachttijd op de plaats. Normaal komen de kolommen 4 en 6 (S1 en A1) overeen met de sektie die de lokomotief gaat binnenrijden en met de wissel waarmee de sektie begint. Indien andere sekties of wissels moeten vergrendeld worden, zal men hiervoor de kolommen 5 en 7 gebruiken, (S2 en A2); daar de kontrole kolom per kolom gebeurt, moet men er in dit geval wel voor zorgen dat dezelfde sektie- en wisselnummers voorkomen in de kolommen 5 en 7 van de TEE, dus in de kolommen 12 en 14 van de TAB die hiervoor als model dienen. De kolommen 3 en 10 (DES) worden gebruikt om te verhinderen dat verschillende

locomotives vers une même destination, pour éviter les embouteillages. Après libération du passage, le dispatch 1 assure le renouvellement de la « feuille de route » de la locomotive dans TEE et le calcul du temps de parcours aléatoire TS à partir du temps moyen TM tiré de la colonne 15 de TAB. Toutes les sections qui ne se terminent pas par un choix de direction ou un point de chargement, débouchent sur un appel à dispatch 1.

lokomotieven zich gelijktijdig naar eenzelfde bestemming zouden begeven, waardoor er een opstopping zou ontstaan. Wanneer de sektie is vrijgekomen, zorgt het dispatching programma 1 er voor dat het reisblad van de lokomotief in de TEE wordt vernieuwd, en berekent de rijtijd TS die een toevalsveranderlijke is en afgeleid wordt van de gemiddelde tijd TM die uit kolom 15 van de TAB wordt gehaald. Uitgezonderd voor het kiezen van een richting of wanneer het gaat over een laadpunt, wordt er aan de uitgang van al de sekties beroep gedaan op dispatchingprogramma 1.

Le dispatch n° 4 est introduit par la ligne 100 de TAB à la sortie des sections aboutissant aux points de chargements : ce sont les sections 12 - 31 - 42 et 44 de l'exemple. Ce dispatch ne prend pas de décisions, mais retire de la longueur de train RL en TEE et de la réserve potentielle CVQ du chantier Q, les vides de la rame qu'il ajoute aux vides VCQ en attente devant le point de chargement. Il introduit ensuite le dispatch 5 en lui fournissant le numéro du chantier considéré par la ligne 100 + Q de TAB.

Het dispatchingprogramma n° 4 wordt opgeroepen in lijn 100 van de TAB, bij het einde van de sekties waarin de laadpunten zijn gelegen : in ons voorbeeld zijn dit de sekties 12 - 31 - 42 en 44. Dit dispatching programma neemt geen beslissing, maar trekt de legen af van de trein RL in TEE en van de potentiële voorraad legen CVQ van de werkplaats Q, om ze daarna bij te tellen bij de legen VCQ die aan het laadpunt wachten. Het brengt ons daarna naar het dispatchingprogramma 5 en geeft het nummer Q van de beschouwde werkplaats aan door naar de lijn 100 + Q van de TAB te verwijzen.

Le dispatch 5 maintient la locomotive en attente sur la section de chargement (en la renvoyant toujours à la même ligne de TAB), avec la destination 31 identifiant les locos en attente-chantier, aussi longtemps que le nombre de pleines FC au point de chargement est insuffisant pour former une rame. Lorsque la rame est complète, il renvoie à la ligne 110 + Q de TAB, et la rame se met en marche vers le puits.

Door de lokomotief steeds naar dezelfde lijn van de TAB terug te sturen, doet het dispatchingprogramma haar in de laadsektie zolang wachten tot het aantal vollen FC aan dit laadpunt voldoende is om een trein te vormen. Om de lokomotieven te kunnen identificeren die aan de laadpunten wachten, krijgen ze als bestemming 31. Wanneer er een trein is gevormd, verwijst het dispatching programma 5 naar de lijn 110 + Q van de TAB, en de trein vertrekt dan naar de schacht.

Les dispatch 6 (aboutissement de la section 101, ligne 199) et 3 (ligne 200) sont au puits ce que les numéros 4 et 5 sont respectivement pour les chantiers, les pleins remplaçant les vides et vice-versa.

Le dispatch 5 peut être remplacé par le n° 7 qui, au lieu d'un nombre fixe, impose une fourchette entre un maximum et un minimum de berlines par rame. Nous avons vu (**22**) que cet élément de souplesse pouvait présenter des inconvénients.

De dispatchingprogrammas 6 (bij het uitkomen uit sektie 101, lijn 199) en 3 (lijn 200) doen hetzelfde aan de schacht wat de nummers 4 en 5 doen aan de werkplaatsen, waarbij de vollen de legen vervangen, en omgekeerd.

In de plaats van het dispatchingprogramma nummer 5 kan men ook nummer 7 gebruiken; dit programma gebruikt geen vast aantal wagens per trein, maar laat een zekere speling toe tussen een maximum en een minimum aantal wagens. Wij hebben gezien (**22**) dat men hierdoor meer soepelheid bekomt maar dat men ook met de nadelen hiervan moet rekening houden.

Les numéros 2, 8 et 9 ont été réservés pour des programmes spéciaux (transport de personnel en début et fin de poste) mais n'ont pas encore été utilisés.

Le dispatch 10 intervient aux lignes 10 et 20 (multiples de 10) de TAB, à la sortie des sections 6 et 21 où doit se faire le choix entre les différents points de chargement qu'il est possible

De nummers 2, 8 en 9 werden voorbehouden voor speciale programmas (personeelsvervoer begin en einde post) maar zijn tot nog toe niet gebruikt geweest.

Het dispatchingprogramma 10 komt voor in de lijnen 10, 20 (veelvouden van 10) van de TAB, aan het einde van de sekties 6 en 21, waar er een keuze moet gebeuren tussen de verschillende

d'atteindre à partir du point occupé par la locomotive. Ce choix s'effectue suivant les critères définis en **1133**, en utilisant les compteurs VCQ (vides au chantier) et CVQ (vides « potentielles » en route vers le chantier) relatifs à chacun des chantiers Q. Une matrice, faisant partie des données, indique à l'ordinateur quels sont les chantiers à prendre en considération à chaque point de choix. Bien entendu, le dispatch 10 modifie les compteurs CV (vides potentielles) en fonction des changements d'affectation qu'il a opérés.

Nous avons travaillé au début suivant le critère de la perte minimum de production (**1133**). Ceci a amené certains déboires, d'une part parce qu'il est difficile d'estimer de façon à la fois simple et valable le temps d'arrivée de la rame suivante au point de choix, d'autre part parce que ce critère n'a de sens concret que s'il y a réellement perte de production dans la plupart des cas. C'est justement ce que l'on s'efforce d'éviter, et, si le transport est efficace, le critère amène à comparer des « pertes négatives », ce qui n'a pas beaucoup de sens. Si les « manques à vides » sont rares, le critère de la « probabilité minimum d'arrêt » ou de la marge de sécurité maximum est plus simple à manier, et nous nous en sommes bien trouvés.

Le n° 10 renvoie à TAB en rajoutant le numéro du chantier choisi à celui de la ligne qui lui a servi d'entrée. Par exemple, à la ligne 20 font suite les lignes 22, 23 ou 24 suivant que la rame est aiguillée vers les chantiers 2, 3 ou 4 (1 est inaccessible à partir de l'aiguillage 222 où se fait ce choix).

35. Production des tailles et extraction du puits

La production des tailles résulte, comme cela a été expliqué au paragraphe 112, d'un tirage au sort effectué toutes les 10 minutes, suivant la formule :

P (Q) = CP (Q) + (2 YFL — 1) * SIG (Q)

dans laquelle :

Q est l'indice du chantier.

P (Q) : la production, en berlines par minute, du chantier « Q » pendant les 10 minutes suivantes.

CP (Q) : la production moyenne prévue, en berl./min. du chantier (fait partie des données).

laadpunten die vanaf dit punt door de lokomotief kunnen bereikt worden.

Deze keuze wordt bepaald volgens de kriteria, vastgelegd in **1133**, waarbij de tellers VCQ (legen aan de werkplaats) en CVQ (potentiële legen onderweg naar de werkplaats) van iedere werkplaats te pas komen. Een matrix, die deel uitmaakt van de gegevens, geeft de computer de nodige aanwijzigingen welke laadpunten bij ieder keuzepunt in aanmerking komen. Het is duidelijk dat het dispatchingprogramma 10 de tellers CV wijzigt (potentiële legen) in funktie van de veranderingen die het aanbrengt in de toewijzing van de treinen.

In het begin hebben wij gewerkt volgens het kriterium van het minimaal produktieverlies (**1133**). Deze manier van doen was te discussiëren : enerzijds is het moeilijk om volgens een eenvoudige en geldige wet de tijd te bepalen wanneer een volgende trein aan het keuzepunt toekomt, terwijl anderzijds dit kriterium alleen konkrete betekenis heeft, indien in de meeste gevallen een produktieverlies werkelijk optreedt. Het is nu juist dat wat men tracht te vermijden, en, wanneer we met een efficiënt vervoer te doen hebben, gaan wij met dit kriterium negatieve verliezen onderling vergelijken, wat niet veel zin heeft.

Indien « halten voor legen » zelden voorkomen, is het kriterium van de « minimale halte waarschijnlijkheid », of van de maximale veiligheidsmarge, veel handiger, wat we dan ook toegepast hebben.

Het programma n° 10 brengt ons terug in de TAB door het nummer van de gekozen werkplaats bij te tellen bij het nummer van de lijn waarvan we vertrokken zijn. Zo zullen b.v. de lijnen 22, 23 of 24 volgen achter de lijn 20, al naargelang de trein naar de laadpunten 2, 3 of 4 (1 is niet te bereiken vanaf de wissel 222 waar de keuze hier gebeurt) wordt geleid.

35. Pijlerprodukties en schachtekstraktie

Zoals dit reeds in de paragraaf 112 werd uiteengezet bekomt men de pijlerprodukties uit een toevalstrekking, uitgevoerd om de 10 minuten, volgens de formule :

P (Q) = CP (Q) + (2 YFL —1) * SIG (Q)

waarin :

Q = de index van de werkplaats.

P (Q) = de produktie in wagens per minuut, van de werkplaats « Q » gedurende de 10 volgende minuten.

CP (Q) = de gemiddelde voorziene produktie van de werkplaats in wagens per minuut (is een gegeven).

SIG (Q) : la « dispersion » (donnée également) de la production par rapport à la moyenne : il ne s'agit pas de l'« écart-standard » défini en statistique, mais de l'écart maximum (range) que l'on admet comme possible pendant 10 minutes. Pour les applications à Winterslag, nous avons pris SIG = 0,7 à 0,8 CP de façon à reproduire des dispersions réalistes sur l'ensemble d'un poste.

YFL est un nombre aléatoire, compris entre 0 et 1, fourni par une routine IBM appelée RANDU, consistant à multiplier entre eux des nombres élevés, en ne conservant que les chiffres de droite.

Il est clair, dans ces conditions, que la formule ci-dessus donne des résultats répartis de façon équiprobable entre CP + SIG et CP — SIG (il ne s'agit donc pas d'une loi normale).

Le processus au puits est analogue à celui d'un chantier, mais en inversant les vides et les pleins. Cependant, comme une installation d'encagement ou de culbutage est soumise à beaucoup moins d'aléas qu'une taille, nous appliquons au puits, toutes les minutes, un tirage au sort gaussien, suivant la formule :

$$EP = CEP - (A - 6)\ SIGP$$

EP : nombre de berlines encagées ou culbutées pendant la minute considérée.

CEP : capacité moyenne d'extraction du puits, en berlines par minute (donnée).

SIGP : dispersion (écart standard) de la capacité d'extraction (donnée.).

A : variable aléatoire, de moyenne 6 et d'écart-standard 1, donnée par la sous-routine IBM « GAUSS », et résultant, comme au par. **31**, de la sommation de 12 nombres obtenus par « RANDU ».

En dehors des chantiers et des puits, le programme prévoit des travaux préparatoires ou traçages, produisant à chaque poste une quantité définie de berlines (les pierres correspondant à un tir), mais à un moment aléatoire. Selon les cas, ces traçages seront prioritaires par rapport aux chantiers, ou inversement.

36. Ordinogramme général, déroulement du programme

La figure 8 donne les grandes lignes de l'ordinogramme.

Après la lecture des données, la simulation se déroule suivant une succession de cycles, représentant chacun une minute de temps réel.

SIG (Q) = de dispersie (eveneens een gegeven) van de produktie ten opzichte van het gemiddelde : het gaat hier niet om de standaardafwijking zoals die in de statistiekenleer wordt bepaald, maar om de maximale afwijking (range) die men mogelijk acht tijdens 10 minuten.

Voor de toepassingen te Winterslag, hebben wij SIG = 0,7 à 0,8 CP genomen, met de bedoeling realistische dispersies te bekomen op het geheel van een post.

YFL is een toevalsgetal, gelegen tussen 0 en 1, bekomen door een routine IBM met name RANDU, die er in bestaat grote getallen met elkaar te vermenigvuldigen waarbij enkel de cijfers van rechts worden behouden.

Het is klaar dat, onder deze voorwaarden, de hoger aangehaalde formule resultaten zal verschaffen met evenveel kans van uitkomen tussen CP + SIG en CP — SIG gelegen (het gaat hier dus niet over een normaalwet).

De processus aan de schacht is analoog aan deze van een werkplaats, met dienverstande dat men legen en vollen verwisselt. Gezien het feit dat een inkooi- of kipinstallatie veel minder schommelingen vertoont dan een werkplaats, hebben we hier aan de schacht de toevalstrekking om de minuut laten gebeuren, volgens een gaussiaan verloop met als formule

$$EP = CEP - (A - 6)\ SIGP$$

EP = aantal ingekooide of gekipte wagens tijden de beschouwde minuut.

CEP = gemiddelde ekstraktiekapaciteit van de schacht in wagens per minuut (gegeven).

SIGP = dispersie (standaardafwijking) van de ekstraktiekapaciteit (gegeven).

A = toevalsveranderlijke, met 6 als gemiddelde en 1 als standaardafwijking, gegeven door de subroutine IBM « GAUSS », die afgeleid wordt (zie paragr. **31**) van de som van 12 getallen die bekomen worden door « RANDU ».

Buiten de werkplaatsen en de schachten worden in het programma ook de voorbereidende werken of delvingen voorzien, die per post een bepaalde hoeveelheid wagens leveren (de stenen van een schieting), en dit op een toevallig ogenblik. Naargelang het geval, zullen deze delvingen voorrang krijgen of niet op de werkplaatsen.

36. Algemeen ordinogram, afwikkeling van het programma

De figuur 8 stelt in grote lijnen het ordinogram voor. Eens de gegevens ingelezen, verloopt de simulatie volgens een opeenvolging van cyclussen die ieder één minuut in de werkelijkheid voorstellen.

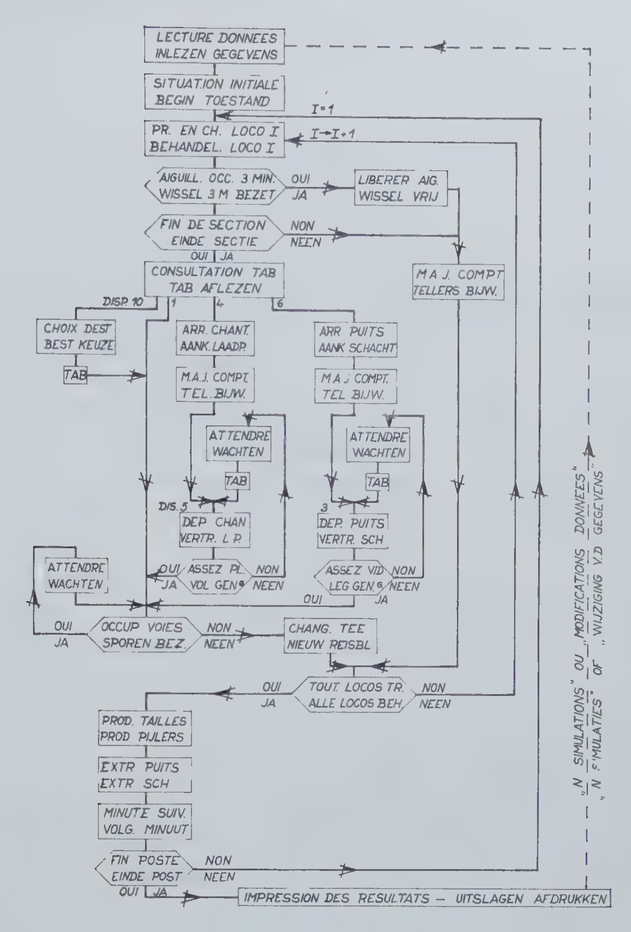


Fig. 8.

Ordinogramme général du programme.
Algemeen ordinogram van het programma.

Le cycle commence par la prise en charge des locomotives l'une après l'autre, dans l'ordre de leurs numéros, par scrutation successive des lignes de TEE, et mise à jour du temps de séjour de la locomotive dans la section qu'elle parcourt à la minute *n* (col. 9 de TEE). En fonction de ce temps de séjour, le programme libérera l'aiguillage d'entrée de la section, ou détectera l'arrivée en fin de section. Dans ce dernier cas, la colonne 2 de TEE renverra à une ligne de TAB, qui contient elle-même les indications nécessaires et la référence à un des dispatchers pour assurer un des processus suivants :

A. — Contrôle de non-occupation de sections et aiguillages et passage à la section suivante (DIS 1) ;
— Substitution d'une nouvelle feuille de route à l'ancienne (colonne 2 à 10 de TEE) et calcul du temps de parcours.

B. — Arrivée à un aiguillage de choix, choix d'une nouvelle destination (DIS 10), puis comme en A.

C. — Contrôle de la présence, à un point de chargement (DIS 5) ou au puits (DIS 3) d'un nombre de berlines (pleines ou vides)

In het begin van de cyclus worden de lokomotieven, de ene na de andere, volgens hun volgnummer behandeld, door achter elkaar de lijnen van de TEE na te gaan, waarbij de verblijfstijd van de lokomotief in de sektie die zij tijdens de minuut *n* berijdt telkens bijgewerkt wordt (kol. 9 van de TEE).

Het is in funktie van de verblijfstijd dat het programma de ingangswissel van de sektie zal vrij maken, of de aankomst op het einde van de sektie zal vaststellen. In dit laatste geval zal de kolom 2 van de TEE naar een lijn van de TAB verwijzen, die de nodige inlichtingen bevat met de verwijzing naar een van de dispatchers om een van de volgende processen te verzekeren :

A. — Kontrole van niet-bezetting van sekties en wissels en overgang naar de volgende sektie (DIS 1) ;
— vervanging van het oude reisblad door een nieuw (kolom 2 tot 10 van de TEE) en berekening van de reistijd.

B. — Keuze van een nieuwe bestemming bij aankomst aan een keuzewissel (DIS 10), en verder zoals in A.

C. — Kontrole aan een laadpunt (DIS 5) of aan de schacht (DIS 3) van een aantal wagens (vollen of legen) voldoende om een trein

suffisant pour former une rame, et attente ou départ, puis comme en A.

D. — Arrivée à un point de chargement (DIS 4) ou au puits (DIS 6), mise à jour des compteurs du chantier, puis comme en C.

Après avoir considéré toutes les locomotives, le programme traite les chantiers l'un après l'autre : calcul de la production de la taille pendant la minute (n + 1) (ou réutilisation de la valeur obtenue au tirage précédent) et mise à jour des compteurs de vides et de pleins, éventuellement arrêt de la taille en cas de manque à vides ou de bloquage par les pleins, et comptabilisation des pertes de production.

Le puits est ensuite traité comme les chantiers.

Enfin, le programme passe à la minute suivante, et le cycle recommence, à moins que la fin du poste ne soit atteinte.

Les résultats sont imprimés en fin de poste, mais la programmation peut être enchaînée pour simuler plusieurs postes sans interruption avec des données identiques, puis recommencer en faisant varier par incréments prédéterminés le nombre de berlines ou d'autres facteurs.

te vormen, met « wachten » of « vertrekken » als gevolg, waarna weer verder volgens A.

D. — Het bijwerken van de tellers van de werkplaatsen bij aankomst aan een laadpunt (DIS 4) of aan de schacht (DIS 6), en daarna verder volgens C.

Wanneer al de lokomotieven werden in beschouwing genomen, behandelt het programma achtereenvolgens al de werkplaatsen : berekening van de pijlerproduktie tijdens de minuut (n + 1) (of hergebruik van de waarde die door de vorige trekking werd bekomen) en bijwerken van de tellers van de legen en de vollen, met daarbij gebeurlijk wachten van de pijler ingeval van te kort aan legen of geblokkeerd met de vollen, en berekening van de produktieverliezen.

De schacht wordt vervolgens zoals de werkplaatsen behandeld.

Ten slotte gaat het programma over naar de volgende minuut, en de cyclus herbegint, tenzij men aan het einde van de post is gekomen.

Op het einde van de post worden de resultaten gedrukt, maar de programmatie kan ingesteld worden om verschillende posten met identische gegevens zonder onderbreking te simuleren, om daarna te herbeginnen, waarbij men het aantal wagens of andere faktoren met vooraf bepaalde toeslagen wijzigt.

4. INTRODUCTION DES DONNEES

Sans entrer dans le détail de la mise en format nous nous contenterons d'énumérer ici les données à fournir à l'ordinateur, dans l'ordre de succession des cartes.

1. - une carte « commentaire » (titre);
2. - une carte indiquant le nombre de fois que la simulation doit être effectuée en augmentant chaque fois le parc de berlines d'un incrément indiqué en 3;
3. - une carte portant :
   - le « code d'impression » 1, 2 ou 3 suivant la forme plus ou moins développée sous laquelle on désire obtenir les résultats (voir chap. **5**);
   - le nombre minimum de locomotives avec lequel on désire effectuer la simulation;
   - le nombre maximum de locomotives : si on ne désire tester qu'une variante, ces deux nombres doivent être égaux;
   - les longueurs minimum et maximum des rames (même remarque que ci-dessus);

4. HET INVOEREN VAN DE GEGEVENS

We zullen hier het ponsen van de kaarten niet in detail gaan beschrijven, maar ons enkel beperken tot de opsomming van de gegevens die in de computer moeten ingevoerd worden, in de volgorde zoals de kaarten achter elkaar komen.

1. - een « kommentaar »-kaart;
2. - een kaart die aangeeft hoe dikwijls de simulatie moet uitgevoerd worden, waarbij men telkens het wagenpark met een bepaalde hoeveelheid laat toenemen, zoals aangeduid in 3 hierna;
3. - een kaart met als inhoud :
   - de « drukcode » 1, 2 of 3 naargelang de min of meer uitgebreide vorm volgens dewelke men de resultaten wenst te bekomen (zie hoofdst. **5**);
   - het minimum aantal lokomotieven waarmee men de simulatie wil laten verlopen;
   - het maximum aantal lokomotieven : wanneer men slechts één variante wenst te onderzoeken, zullen deze twee getallen gelijk zijn;
   - de minimum en maximum lengten van de treinen (zelfde opmerking als hoger);

— l'incrément à appliquer au parc de berlines entre chaque variante et la suivante (point 2 ci-dessus);
— le nombre de postes à simuler pour chaque variante;
— le nombre d'aiguillages de choix du réseau.

4. - une carte indiquant :
— le nombre de points de chargement;
— le nombre de simulations à faire avec des parcs de berlines différents (répétition du 2);
— l'intervalle de temps, en minutes, séparant les tirages au sort de la production des chantiers.

5. - 200 cartes matérialisant la matrice TAB décrite en **33**. Pour un réseau courant, les 200 lignes ne sont pas toutes utilisées, mais le programme actuel exige la confection des 200 cartes, dont certaines cependant ne comporteront qu'un numéro d'ordre.

6. - Autant de cartes (max. 9) qu'il y a de points de chargement, indiquant :
— le n° du point de chargement (Q);
— la production moyenne en berlines par minute : CP (Q);
— la dispersion de cette production en berl./min : SIG (Q);
— la capacité de la station des pleins;
— l'heure de démarrage du chantier (0 pour une taille, quelconque pour un traçage);
— l'heure de la fin de la production du chantier (normalement 360).

7. - une carte, indiquant :
— la capacité d'extraction du puits, en berl./min : CEP;
— la dispersion de cette capacité en berl./min. : SIGP;
— la capacité de stockage de berlines vides au puits.

8. - Pour chaque aiguillage de choix, autant de cartes qu'il y a de points de chargement, indiquant le n° du point de chargement, et le temps nécessaire pour y parvenir à partir de l'aiguillage de choix considéré (0 s'il n'est pas possible d'atteindre ce point de chargement à partir de l'aiguillage).

9. - Pour chaque aiguillage de choix, une carte portant :
— le n° de l'aiguillage;
— deux nombres indiquant quels points de chargement peuvent être atteints à partir de cet aiguillage; par exemple « 2-4 » signifie que les chantiers 2 - 3 - 4 sont accessibles : il y a lieu de tenir compte de ce point dans la numérotation des chantiers.

— toe te voegen toeslag bij het wagenpark bij opeenvolgende varianten (punt 2 hierboven);
— aantal te simuleren posten voor iedere variante;
— aantal keuzewissels dat het spoornet bevat;

4. - een kaart met als inhoud :
— aantal laadpunten;
— aantal uit te voeren simulaties met verschillende wagenparken (herhaling van 2);
— het tijdsinterval, in minuten, tussen de toevalstrekkingen van de produktie van de werkplaatsen;

5. - 200 kaarten om de matrix TAB voor te stellen die werd beschreven in **33**. Voor een normaal net worden de 200 lijnen niet allen gebruikt, maar zoals het programma nu bestaat, moeten er 200 kaarten voorzien worden, waarvan sommigen enkel een volgnummer dragen.

6. - Zoveel kaarten (max. 9) als er laadpunten zijn, en die volgende gegevens bevatten :
— het nummer van het laadpunt (Q);
— de gemiddelde produktie, in wagens per minuut : CP (Q);
— de dispersie op deze produktie, in wagens per minuut : SIG (Q);
— de kapaciteit van het station van de vollen;
— het vertrekuur van de werkplaats (0 voor een pijler, om het even wat voor een delving);
— uur van eindigen van de produktie van een werkplaats (gewoonlijk 360).

7. - een kaart die aangeeft :
— de ekstraktiekapaciteit van de schacht in wagens per minuut : CEP;
— de dispersie op deze kapaciteit in wagens per minuut : SIGP;
— de stockeerkapaciteit van lege wagens aan de schacht.

8. - Voor iedere keuze wissel, zoveel kaarten als er laadpunten zijn, met als aanduidingen het nummer van het laadpunt en de tijd die nodig is om het laadpunt te bereiken vanaf de beschouwde keuze wissel (0 indien het onmogelijk is het laadpunt vanaf de wissel te bereiken).

9. - Een kaart voor elke keuze wissel met als inhoud :
— het nummer van de keuze wissel;
— twee getallen die aanduiden welke laadpunten er kunnen bereikt worden vanaf deze wissel; b.v. « 2 4 » betekent dat de werkplaatsen 2 - 3 - 4 bereikbaar zijn : men zal dus op dit punt letten bij de nummering van de werkplaatsen;

— un indice 0 ou 1, suivant que tous les chantiers sont accessibles ou non à partir de l'aiguillage considéré.

10. - un nombre de cartes égal au nombre maximum de locomotives à simuler : ces cartes matérialisent la matrice TEE, et par conséquent la situation initiale; il importe évidemment de partir d'une situation vraisemblable. Si des simulations se succèdent avec des nombres croissants de locomotives, les locomotives en surnombre seront ignorées pendant le traitement des premières variantes, et interviendront au moment voulu à l'endroit prévu au TEE initial (p. ex. attente au puits).

11. - une carte par point de chargement, indiquant le stock de vides et de pleins à ce chantier au moment initial.

12. - une carte par point de chargement, indiquant les vides « potentielles » CV en route vers ce chantier au moment initial.

13. - une carte donnant le nombre de pleins et de vides au puits au moment initial, ainsi que le parc total de berlines.

On remarquera que cette énumération comporte de nombreuses redondances ou répétitions, et il y a donc un risque d'incompatibilité parmi les données.

Ce sont des points à améliorer lors d'une refonte éventuelle du programme.

5. SORTIE DES RESULTATS

Dans un problème de simulation comme celui-ci, on a l'embarras du choix en ce qui concerne les résultats à « sortir ». Si, dans certains cas, on a besoin d'une analyse détaillée, dans d'autres l'abondance des données masque les résultats essentiels et complique le dépouillement. Aussi a-t-on laissé ici le choix entre trois modes de présentation des résultats.

Dans le mode d'impression n° 1, l'ordinateur imprime *pour chaque minute* :

— le nombre de minutes d'utilisation de chaque locomotive;
— l'état de la matrice TEE;
— l'état des vides et des pleins, la production cumulée, les temps d'attente par manque à vides pour chaque chantier, ainsi que les attentes de locomotives par manque de pleins à ce chantier;

— een aanduiding 0 of 1, al naargelang al de laadpunten bereikbaar zijn of niet vanaf de beschouwde wissel.

10. - Een aantal kaarten, gelijk aan het maximum aantal te simuleren lokomotieven : deze kaarten stellen de matrix TEE voor in de begintoestand; het is klaar dat men hiervoor van een mogelijke toestand uitgaat. Indien simulaties moeten worden uitgevoerd met een stijgend aantal lokomotieven, zullen de overtollige lokomotieven (die met de hoogste nummers) tijdens de uitvoering van de eerste varianten op zij gelaten worden. Die lokomotieven worden pas bij de gewenste simulatiegroep ingeschakeld, op de plaats die bij het begin in de TEE was voorzien (b.v. wachten aan de schacht).

11. - Een kaart per laadpunt, die de voorraad legen en vollen vermeldt van de werkplaats bij de vertrektoestand.

12. - Een kaart die per laadpunt de potentiële legen CV aangeeft die onderweg zijn naar de werkplaats bij de vertrektoestand.

13. - Een kaart die het aantal vollen en legen aan de schacht weergeeft bij de vertrektoestand, met tevens ook het totaal wagenpark.

Men zal opmerken dat in deze opsomming talrijke herhalingen voorkomen, met het gevaar van onverenigbaarheid tussen bepaalde gegevens.

Het zijn punten die te verbeteren zijn wanneer men het programma eventueel zou herzien.

5. HET WEERGEVEN VAN DE RESULTATEN

Wanneer we, zoals hier, te doen hebben met een simulatieprobleem, staat men voor de keuze welke resultaten men wil laten te « voorschijn komen ». In sommige gevallen zal men de ontleding van de resultaten tot in de bijzonderheden willen kennen, terwijl in andere gevallen overvloedige gegevens het moeilijk maken om het essentiële te herkennen. Daarom heeft men hier ook de keuze tussen drie manieren om de resultaten voor te stellen.

Bij de manier van drukken n° 1, drukt de computer *voor iedere minuut* :

— benuttigingstijd in minuten van iedere lokomotief;
— de toestand van de matrix TEE;
— de toestand van de legen en de vollen, de gecumuleerde produktie, de wachttijden van de lokomotieven bij gebrek aan vollen aan de werkplaats;

— le tableau des vides potentielles en route vers chaque chantier;
— l'état des pleins et des vides au puits, les attentes du puits par manque de pleins, et les attentes de locomotives au puits par manque de vides.

Ce mode de présentation, très lourd, n'a d'intérêt que pour la mise au point du programme, ou pour éclaircir une anomalie, due, par exemple, à une erreur dans les données.

La simulation d'un poste dure environ 5 minutes avec cette présentation. Elle peut être complétée par une sous-routine « PLOT », qui produit des courbes cumulatives de la production de chaque chantier en fonction du temps, avec les variations des stocks de vides et de pleins. Ces diagrammes sont très intuitifs, mais exigent de vastes capacités de mémoire.

Le mode d'impression n° 2, au contraire, est extrêmement concis. L'ordinateur totalise les résultats de toutes les simulations effectuées avec une combinaison de données, et imprime sur deux lignes les totaux et les moyennes par poste.

Une série de 15 simulations demande 5 minutes. Ceci permet d'étudier rapidement l'effet de la variation d'un paramètre.

Le mode d'impression n° 3 est intermédiaire. Il donne, à la fin de chaque poste, les chiffres ci-après (tableau IV) :

— vides « potentielles » en route vers chaque chantier;
— pour chaque chantier : stocks de vides et de pleins, nombre de berlines produites, temps d'attente du chantier par manque à vides ou blocage des pleins, attente des locos par manque de pleins;
— production totale du poste;
— total des attentes de locos par manque de pleins;
— total des arrêts de chantiers par manque de vides ou excès de pleins;
— arrêts et pertes de production par chantier et totaux;
— état des berlines et attentes au puits;
— attentes en voie, avec leur localisation par sections, ce qui suggère immédiatement les améliorations à apporter au réseau;
— matrice TEE en fin de poste;
— compteurs de marche et saturation moyenne et individuelle des locomotives.

En fin de simulation, l'ordinateur fournit le total et la moyenne des nombres de berlines

— de tabel met de potentiële legen, onder weg naar ieder laadpunt;
— de toestand van de vollen en de legen aan de schacht, de wachttijden van de schacht bij gebrek aan vollen, en de wachttijden van de lokomotieven aan de schacht bij gebrek aan legen;

Deze manier van voorstellen is zeer zwaar, en heeft slechts nut bij het op punt stellen van het programma, of om een afwijking te verduidelijken, b.v. een fout in de gegevens.

De simulatie van een post duurt ongeveer 5 minuten met deze voorstellingswijze. Ze kan vervolledigd worden door een subroutine « PLOT », die de cumulatieve krommen van de produktie van ieder laadpunt opstelt in funktie van de tijd, met de schommelingen van de voorraden legen en vollen. Deze diagrammas zijn zeer sprekend, maar vragen grote geheugenkapaciteiten.

De manier van drukken n° 2 daarentegen is zeer bondig. De computer telt de resultaten van al de simulaties samen die met een bepaalde combinatie van gegevens werden uitgevoerd, en drukt op 2 lijnen de totalen en de gemiddelden per post.

Een reeks van 15 simulaties duurt 5 minuten. Hiermee kan men snel het effekt vaststellen van een parameter die men wijzigt.

De manier van drukken n° 3 is een tussenweg. Bij het einde van iedere post worden volgende getallen gedrukt (tabel IV) :

— de « potentiële » legen onderweg naar ieder werkplaats;
— per werkplaats : de voorraad legen en vollen, aantal geproduceerde wagens, de wachttijd voor gebrek aan legen of geblokkeerd met de vollen, wachttijd van de lokomotieven door gebrek aan vollen;
— totale produktie van de post;
— totale wachttijd van de lokomotieven door gebrek aan vollen;
— totale wachttijd van de werkplaatsen door gebrek aan legen of te veel vollen;
— wachttijd en produktieverliezen per werkplaats en in totaal;
— toestand van de wagens en wachttijden aan de schacht;
— wachttijden op het spoornet, gegroepeerd per sektie, wat een onmiddellijke aanduiding geeft waar er aan het net veranderingen moeten aangebracht worden;
— de matrix TEE op het einde van de post;
— tellers die de looptijd en de verzadiging van iedere lokomotief aangeven.

Op het einde van de simulatie, verschaft de computer ons het totaal en het gemiddeld aantal

Tableau IV — Tabel IV

Résultats en fin de poste — Uitslagen einde post

Compteurs aux chantiers — Tellers laadpunten

Q	CV1	CV2	CV3	VC	FC	TFC	W	WPC	WVC
1	0.	0.		57.	3.	230.	61.	0.	0.
2	45.	0.		32.	28.	256.	107.	0.	0.
3	0.	0.		55.	5.	240.	91.	0.	0.
4	0.	0.		44.	16.	251.	48.	0.	11.

La production du poste vaut 976.46 — Postproductie : 976.46.

Compteurs totalisateurs des attentes du roulage aux chantiers — Wachttijden van de locos aan de laadpunten 307.

Total des arrêts des chantiers par excès de pleins — Wachttijden laadpunten door te veel vollen 0.

Total des arrêts des chantiers par manque à vides — Wachttijden laadpunten door te kort aan legen 11.

Arrêts et pertes de production par chantier
Wachttijden en productie verliezen laadpunten

1	0.	0.
2	0.	0.
3	0.	0.
4	11.	7.

Total des arrêts et des pertes de production des chantiers
Totaal wachttijden en productie verliezen (alle laadpunten)

11.00 7.37

Compteurs au puits — Tellers aan de schacht

VP	FP	TFP	WP	WEP	WVP
10.	45.	904.	58.	134.	0.

Le stock minimum de vides au puits a été de 4. berlines au cours du poste
Minimum aantal legen aan de schacht tijdens de post

Compteurs d'attentes en voie - Tellers wachttijden per sectie

ISEC# 2	ARRET# 56
ISEC# 4	ARRET# 40
ISEC# 5	ARRET# 2
ISEC# 6	ARRET# 4
ISEC# 21	ARRET# 20
ISEC# 31	ARRET# 1
ISEC# 45	ARRET# 8
ISEC#104	ARRET#194
ISEC#106	ARRET# 48
ISEC#141	ARRET# 3
ISEC#143	ARRET# 6

Total des attentes en voie 382
Totaal wachttijden in secties

COMPTEURS DES LOCOMOTIVES — TELLERS VAN DE LOCOMOTIEVEN

Matrice TEE des locomotives — TEE matrix der locomotieven

I	Z	DES	S1	S2	A1	A2	TS	TL	AT	RL
1.	121.	21.	141.	0.	241.	0.	3.	1.	0.	45.
2.	199.	30.	101.	0.	0.	0.	5.	1.	0.	45.
3.	196.	30.	103.	103.	0.	0.	7.	5.	0.	45.
4.	20.	2.	21.	0.	0.	0.	8.	5.	0.	45.
5.	192.	21.	121.	0.	222.	0.	12.	3.	0.	45.
6.	10.	1.	6.	0.	0.	0.	4.	4.	0.	45.
7.	191.	21.	111.	0.	211.	0.	5.	2.	0.	45.
8.	2.	1.	2.	0.	201.	0.	3.	1.	0.	45.
9.	195.	30.	104.	0.	0.	0.	18.	26.	1.	45.

Compteurs de marche et saturations des locomotives
Rijtijd tellers en verzadiging der locomotieven

1	305.00	0.85
2	323.00	0.90
3	238.00	0.66
4	274.00	0.76
5	262.00	0.73
6	261.00	0.72
7	304.00	0.84
8	229.00	0.64
9	297.00	0.82

Saturation moyenne 0.77
Gemiddelde verzadiging

Q : n° des chantiers — nummers van de laadpunten.
CV1-CV2-CV3 : vides potentielles (en route) — Potentiële legen (onderweg).
VC-VP : vides au chantier ou au puits — legen aan het laadpunt of aan de schacht.
FC-FP : pleins au chantier ou au puits — vollen aan het laadpunt of aan de schacht.
TFC-TFP : production ou extraction du poste — productie of ekstractie/post.
W : attente locos chantier — wachttijd locomotieven laadpunt.
WPC : arrêt chantier trop de pleins — halte werkplaats te veel vollen.
WVC : arrêt chantier manque à vides — halte werkplaats geen legen.
WP : attente locos au puits (pas de vides) — wachttijd locos aan de schacht (geen legen).
WVP : arrêt puits trop de vides — halte schacht te veel legen.
WEP : arrêt puits manque de pleins — halte schacht geen vollen.

N.B. — Il s'agit ici d'une variante du problème fig. 7. Les attentes en section 2 et 104 d'une part, 4 et 106 d'autre part, montrent que ce sont les sections à voie unique 3 et 5 qui étranglent le trafic — Probleem fig. 7 : de wachttijden in sekties 2 en 104 enerzijds, en 4 en 106 anderzijds bewijzen dat het verkeer door de enkelspoorsekties 3 en 5 gestremd wordt.

transportées. Le traitement de 15 postes demande de 6 à 7 minutes.

Cette représentation est généralement la plus pratique, et donne une bonne idée de la stabilisation progressive des moyennes en fonction du nombre de postes simulés.

6. CONCLUSIONS

Le programme présenté ci-dessus est loin d'être parfait, et nous répétons ci-après les points sur lesquels nous pensons pouvoir l'améliorer facilement :

— remise en page des données, et suppression des redondances, réduction de la matrice TAB;

— traitement plus rigoureux des aiguillages de choix et du choix des destinations;
— simulation enchaînée de postes différenciés (cycles journaliers de trois postes avec paramètres différents);
— traitement plus raffiné du processus de production aléatoire des tailles;
— trafic avec gares d'échange.

Il nous paraît plus difficile d'introduire la possibilité de faire circuler les locomotives à vide, ou d'insérer le transport de matériel dans celui des produits.

Malgré ces limitations, le programme peut être considéré comme opérationnel, et il a déjà rendu de réels services. Les applications réalisées montrent qu'il représente de façon suffisamment réaliste le déroulement du trafic dans une mine de grande extension, et, en particulier, qu'il est capable de fournir les données nécessaires pour résoudre les problèmes cités au chapitre **12**, à partir de renseignements que toute entreprise possède ou peut rassembler en quelques jours.

vervoerde wagens. De behandeling van 15 posten vraagt 6 à 7 minuten.

Deze voorstellingswijze is doorgans de meest praktische, en geeft een goed idee aangaande de geleidelijke stabilisatie van de gemiddelden in funktie van het aantal gesimuleerde posten.

6. BESLUITEN

Het programma dat hier werd voorgesteld is verre van volmaakt, en wij herhalen hier enkele punten waarvan wij denken dat ze gemakkelijk kunnen verbeterd worden :

— ordening van de gegevens, met uitschakeling van de herhalingen, alsook van de blanke lijnen in de matrix TAB;
— meer nauwkeurig behandelen van de keuze wissels en van de keuze van bestemmingen;
— een simulatie die over de verschillende posten verloopt (dagelijkse afwisseling van de drie posten met verschillende parameters);
— een meer verfijnde behandeling van de wisselvallige pijlerprodukties;
— vervoer met gebruik van uitwisselingsstations.

Moeilijker schijnt het ons de mogelijkheid in te voeren om de lokomotieven zonder wagens te laten rijden, of om het materiaal vervoer te laten samengaan met het vervoer van de produkten.

Ondanks deze beperkingen, kan het programma als operationeel worden beschouwd, en het heeft reeds werkelijke diensten bewezen. De verwezenlijkte toepassingen bewijzen dat het verloop van het transport in een kolenmijn met grote uitgestrektheid op een realistische manier door het programma wordt voorgesteld : in het bijzonder geeft het programma ons de mogelijkheid de nodige gegevens te verzamelen om de problemen op te lossen die in hoofdstuk **12** werden vermeld : hierbij gaat men uit van inlichtingen die ieder bedrijf bezit of in enkele dagen bij elkaar kan krijgen.

BIBLIOGRAPHIE — BIBLIOGRAFIE

[1] Transport par Locomotives Diesel à l'étage de 840 m aux Charbonnages de Zwartberg. M. Deltenre. Centre de Formation Post-Universitaire pour Ingénieurs de Charbonnages (Mons), Colloque Annuel, octobre 1959.

[2] Etude du transport principal au fond à la S.A. des Charbonnages d'Helchteren-Zolder. Centre de Formation Post-Universitaire pour Ingénieurs de Charbonnages (Mons), 12ème et 13ème sessions, février 1963.

[3] Principes et mise en œuvre des procédés de simulation (Méthode de Monte-Carlo). L. Vieilledent et E. Tincelin. Revue de l'ndustrie Minérale, novembre 1963.

[4] Die Anwendung von Simulationsverfahren im Bergbau mit einem Beispiel aus der Streckenförderung unter Tage. Horst Barski. Glückauf-Forschungsheften, avril 1967.

[5] Simulation d'un roulage sur Ordinateur. F. Engel, D. Ferry, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, octobre 1967.

[6] The mine haulage system represents a complex network where performance cannot be predicted by analytical techniques. E.B. Wilson. Canadian Mining Journal, juin 1968.

[7] Simulation d'un réseau de transport minier par locomotives. P. Cauwe, L. de Cordier, C. Polet. Université Catholique de Louvain, Travail de fin d'études, juillet 1968.

[8] Etude du roulage général d'une exploitation minière par simulation sur ordinateur. R. Aurignac, F. Engel, D. Ferry. Revue de l'Industrie Minérale, octobre 1968.

[9] Simulation sur Ordinateur d'un roulage minier par locomotives. J.L. De Roy. Université Catholique de Louvain, Travail de fin d'études, 1969.

[10] Une nouvelle conception de la programmation du transport principal dans les mines. J. Saucez, Annales des Mines de Belgique, janvier 1970, pp. 35-55.

[11] Mise en application d'une programmation du transport principal par dispatching à la S.A. des Charbonnages du Hasard. R. Hardenne. Annales des Mines de Belgique, janvier 1970, pp. 37-73.

Le risque d'électrocution par contact indirect lors de l'emploi dans la mine d'engins sujets à déplacements

Considérations relatives à l'arrêté royal du 5 septembre 1969, article 40

Elektrocutiegevaar door onrechtstreekse aanraking bij het gebruik van aan verplaatsingen onderhevige toestellen in mijnen

Beschouwingen omtrent het koninklijk besluit van 5 september 1969, artikel 40

G. COOLS *

RESUME

La présente note a pour but d'attirer l'attention sur le risque d'électrocution par contact indirect auquel est exposé le personnel lors de l'emploi d'engins sujets à déplacements, risque qui est particulièrement à craindre dans les travaux souterrains et surtout dans les chantiers d'exploitation des mines.

La protection classique vis-à-vis de ce risque consiste généralement dans la mise à la terre et la liaison équipotentielle des masses. Certains accidents collectifs ont mis en lumière les déficiences que ces moyens présentent.

L'auteur tente d'établir, par des considérations théoriques simples, la motivation des précautions complémentaires qui ont été rendues obligatoires par l'arrêté royal du 5 septembre 1969 portant règlement sur l'emploi de l'électricité dans les mines, les minières et les carrières souterraines.

Après quelques considérations relatives à l'influence des courants capacitaires, sont successivement étudiés le cas théorique du défaut d'isolement simple et le cas du défaut d'isolement double. Dans chaque cas sont établies les circonstances dans lesquelles le risque ne peut être écarté par les seules mesures classiques.

La deuxième partie de la note est constituée par des considérations diverses relatives à l'interprétation des

* Inspecteur général des mines honoraire.

SAMENVATTING

Deze nota heeft voor doel de aandacht te vestigen op het elektrocutiegevaar door onrechtstreekse aanraking waaraan het personeel is blootgesteld bij het gebruik van aan verplaatsingen onderhevige toestellen, gevaar dat speciaal gevreesd wordt in de ondergrondse werken, hoofdzakelijk in de winningplaatsen der mijnen.

De klassieke bescherming tegen dit gevaar bestaat meestal uit de aarding en de equipotentiële verbinding der massa's. Sommige collectieve ongevallen hebben de leemten van deze middelen in 't licht gesteld.

Schrijver tracht, door eenvoudige theoretische beschouwingen, de motivatie van de bijkomende voorzorgsmaatregelen vast te leggen, die opgelegd werden door het koninklijk besluit van 5 september 1969 houdende reglement op het gebruik van de elektriciteit in de mijnen, de graverijen en de ondergrondse groeven.

Na enkele beschouwingen over de invloed van de capacitaire stromen worden achtereenvolgens het theoretisch geval van enkelvoudig defect en het geval van dubbel defect bestudeerd. Voor elk geval worden de omstandigheden bepaald in dewelke het gevaar door de enkele klassieke maatregelen niet kan worden afgewend.

In het tweede gedeelte van de nota worden verscheidene beschouwingen uiteengezet betreffende de inter-

* Ere-inspecteur-generaal der mijnen.

nouvelles dispositions réglementaires qui visent à pallier les déficiences signalées, principalement l'article 40 de l'arrêté royal précité.

La note conclut par le rappel succinct des motivations qui ont été développées et des objectifs qui ont été visés par les nouvelles dispositions en question.

pretatie van de nieuwe reglementaire bepalingen die het verhelpen van de vermelde leemten beogen, hoofdzakelijk artikel 40 van het voormelde besluit.

De nota besluit met een beknopte herhaling van de motivaties die werden uiteengezet en van de oogmerken die door de nieuwe bepalingen werden nagestreefd.

INHALTSANGABE

Ziel dieses Aufsatzes ist es, auf die Gefahr tödlicher Unfälle bei der Bedienung ortsveränderlicher Maschinen hinzuweisen, eine Gefahr, die besonders in den Abbaubetrieben untertage gegeben ist. Der übliche Schutz gegen elektrische Schläge besteht in der Regel in der Erdung der Anlagen, doch haben einige Gruppenunfälle die Mängel dieser Art des Schutzes erkennen lassen.

Der Verfasser erläutert die Gründe der Einführung zusätzlicher Schutzmaßnahmen, die aufgrund einer Gesetzesverordnung vom 5.9.1969 in Bergwerken, Tagebaubetrieben und Steinbrücken zwingend vorgeschrieben sind. Nach einigen Betrachtungen über den Einfluß kapazitärer Ströme werden die theoretischen Fälle eines einfachen und doppelten Isolierungsfehlers abgehandelt. In beiden Fällen wird dargelegt, unter welchen Umständen die herkömmlichen Schutzmaßnahmen nicht ausreichen, um jedes Risiko auszuschließen.

Im zweiten Teil des Aufsatzes behandelt der Verfasser die neuen gesetzlichen Bestimmungen, die zur Unterbindung dieser Risiken erlassen worden sind, vor allem Artikel 40 der Verordnung.

Abschließend werden noch einmal Gründe und Ziele der neuen Bestimmung zusammengefaßt.

SUMMARY

The purpose of this report is to draw attention to the risk of electrocution by indirect contact to which the workers are exposed when using machinery that has to be moved ; this risk is particularly to be feared in underground works and especially in working places in the mines.

The orthodox precautions against this risk generally consist of earthing and equipotential linking of the masses. Certain collective accidents have revealed the deficiencies op these methods.

The author tries to establish, by means of simple theoretic considerations, the reasons for the additional precautions which were made compulsory by the royal decree of September 5th 1969 regarding the regulations for the use of electricity in the mines, surface mines and underground quarries.

After some considerations regarding the influence of capacitative currents, the theoretic case of the lack of single insulation and the case of the lack of double insulation are examined in turn. In each case, the circumstances in which the risk cannot be avoided by orthodox methods only are set forth.

The second part of the report consists of various considerations regarding the interpretation of the new regulations which aim at remedying the defects described above, and in particular, article 40 of the royal decree mentioned above.

The report concludes with a succint reminder of the motives invoked and the aims pursued by these new regulations.

La distinction entre l'électrocution par *contact direct* et l'électrocution par *contact indirect* est fondamentale.

Pour préciser les idées, rappelons que le *contact direct* est par définition le contact entre le corps humain et une pièce qui est normalement sous tension.

On sait que le contact direct avec une phase sous tension est généralement mortel dès qu'il s'agit d'un réseau d'une certaine importance, même si l'isolement

Het onderscheid tussen elektrocutie door *rechstreekse aanraking* en elektrocutie door *onrechtstreekse aanraking* is van het grootste belang.

Ter verduidelijking herinneren wij eraan dat *rechtstreekse aanraking* per definitie aanraking is tussen het menselijk lichaam en een stuk dat normaal onder spanning staat.

Men weet dat rechtstreekse aanraking van een faze onder spanning meestal dodelijk is van zodra het net tamelijk uitgebreid is, zelfs als de isolatie volmaakt

est parfait, en raison de la capacité qui existe entre les parties sous tension et la masse, particulièrement dans les câbles.

Dans la mine, la protection contre ce risque est exclusivement réalisée par mise hors de portée. Celle-ci se fait généralement par l'emploi d'appareils blindés, dans certains cas par l'emploi d'appareils enfermés, exceptionnellement par éloignement ou interposition d'obstacles comme c'est le cas pour les lignes de contact.

Lorsque ces moyens de protection sont convenablement choisis et réalisés, le risque de contact direct n'est pratiquement plus à envisager que pour les professionnels qui sont chargés de l'entretien des installations. La prévention relève alors surtout du facteur humain.

Le risque d'électrocution par *contact indirect*, par contre, vise le contact du corps humain avec une masse métallique qui est normalement reliée à la terre et qui, par suite d'un défaut, entre en contact avec une pièce qui est normalement sous tension.

Tous les membres du personnel peuvent être exposés à ce risque et la prévention en cette matière relève essentiellement de la technique.

Il existe différentes méthodes de protection vis-à-vis du contact indirect, mais dans les mines on recourt d'une manière générale à la mise à la terre et la liaison équipotentielle des masses.

A la suite de certaines électrocutions collectives, l'attention a été attirée sur les déficiences que cette méthode de protection peut présenter.

L'objet de la présente note consiste à établir, par des considérations simples, la motivation des précautions complémentaires qui ont été préconisées et qui ont été rendues obligatoires par l'arrêté royal du 5 septembre 1969 portant règlement sur l'emploi de l'électricité dans les mines, les minières et les carrières souterraines.

CONSIDERATIONS PRELIMINAIRES

Considérons un réseau à courant alternatif triphasé, fonctionnant à la tension U entre phases, selon la définition donnée au règlement, article 6, point 13°. Si le réseau est monté en étoile, la tension U sera appelée la tension composée, tandis que la tension E entre phase et point neutre sera appelée la tension simple ou tension étoilée. On sait qu'il existe entre ces tensions la relation $U = E \cdot \sqrt{3}$.

La figure 1 représente le diagramme vectoriel des tensions lorsque le réseau est parfaitement isolé.

Soit Co la capacité de chacune des trois phases par rapport à la terre. Chacune de ces capacités donne lieu à un courant

$$i_{Co} = \omega \cdot Co \cdot E = 314\ Co \cdot E$$

is, wegens de capaciteit die er bestaat tussen de spanningvoerende delen en de massa, bijzonder in de kabels.

In mijnen wordt de bescherming tegen dat gevaar uitsluitend tot stand gebracht door deze delen buiten het bereik van personen te plaatsen. Gewoonlijk worden hiervoor gepantserde toestellen gebruikt, in sommige gevallen ingesloten toestellen en uitzonderlijk wordt de bescherming verwezenlijkt door verwijdering of door hindernissen zoals voor de rijdraden.

Wanneer deze beschermingsmiddelen goed gekozen en uitgevoerd worden, bestaat het gevaar voor rechtstreekse aanraking praktisch nog alleen voor de vakmensen die met het onderhoud van de installaties belast zijn. Dan hangt de voorkoming in de eerste plaats van menselijke factoren af.

Elektrocutiegevaar door *onrechtstreekse aanraking* slaat daarentegen op aanraking van het menselijk lichaam met een metalen massa die normaal met de aarde verbonden is en door een defect in aanraking komt met een stuk dat normaal onder spanning staat.

Alle personeelsleden staan aan dat gevaar bloot en hier hangt de voorkoming hoofdzakelijk van de techniek af.

Er bestaan verschillende beschermingsmethodes tegen onrechtstreekse aanraking, maar in de mijnen wordt over 't algemeen gebruik gemaakt van de aardverbinding en de equipotentiële verbinding van de massa's.

Sommige collectieve elektrocuties hebben de aandacht gevestigd op de tekortkomingen die deze beschermingsmethode kan vertonen.

In deze nota zullen wij op grond van eenvoudige overwegingen een motivering trachten te geven van de bijkomende voorzorgsmaatregelen die men de jongste tijd aangeprezen heeft en die nu voorgeschreven zijn door het koninklijk besluit van 5 september 1969 houdende reglement op het gebruik van elektriciteit in mijnen, graverijen en ondergrondse groeven.

INLEIDENDE BESCHOUWINGEN

Wij nemen een driefazige wisselstroomnet, werkend met een spanning U tussen de fazen, naar de definitie van artikel 6, punt 13° van het reglement. Als het net in stervorm gemonteerd is, zal de spanning U de samengestelde spanning genoemd worden en de spanning E tussen faze en nulpunt, de enkelvoudige spanning of sterspanning. Men weet dat deze twee spanningen aan de volgende betrekking voldoen : $U = E \cdot \sqrt{3}$.

In figuur 1 is het vectorieel diagram van de spanningen afgebeeld als het net perfect geïsoleerd is.

De capaciteit van elk van de drie fazen t.o.v. de aarde stellen wij voor door Co. Elk van deze capaciteiten geeft aanleiding tot een stroom

$$i_{Co} = \omega \cdot Co \cdot E = 314\ Co \cdot E$$

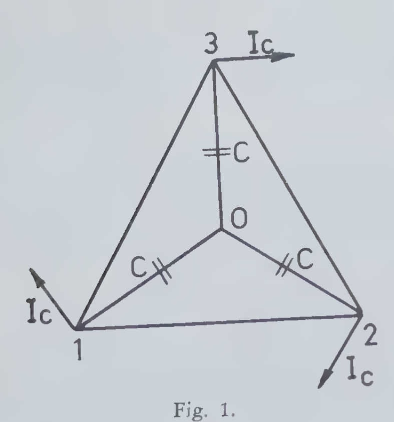


Fig. 1.

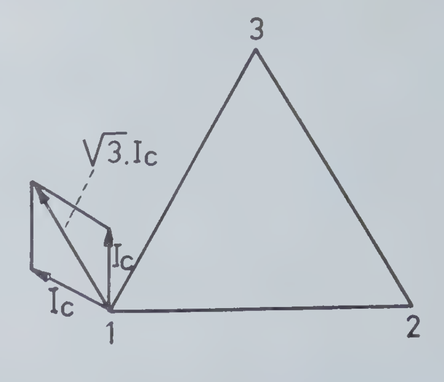


Fig. 2.

Pour U = 1000, E = 578, Co = 1 microfarad, on trouve i_{Co} = 0,185 ampère.

Lorsque le réseau est parfait, ces trois courants s'équilibrent et leur résultante est nulle.

En pratique, les réseaux ne sont jamais parfaits. La situation la plus dangereuse se présente lorsque le déséquilibre est maximum, c'est-à-dire lorsqu'une phase est en contact franc avec la masse ou la terre.

La figure 2 représente ce que devient le diagramme vectoriel des tensions lorsque la phase 1 est en contact franc avec la terre. Dans ce cas, les phases 2 et 3 sont portées à la tension composée de 1.000 volts par rapport à la terre. Les capacités qui interviennent en cas d'électrocution sont maintenant celles des phases 2 et 3 par rapport à la phase 1 et la terre. Il s'établit donc deux courants capacitaires vers la terre, décalés l'un par rapport à l'autre de 120°. Chacun de ces courants vaut pour une capacité C = 1 microfarad :

$$i_C = \omega . C . U = 314 . 1000 . 10^{-6} = 0{,}314 \text{ ampère.}$$

La composante vectorielle de ces deux courants vaut donc : I_C = 0,314 . 1,73 = 0,543 ampères.

Cette résultante est le courant capacitaire homopolaire maximum qui peut s'établir dans le réseau considéré.

La capacité par rapport à la terre des réseaux de mine n'excède généralement pas 10 microfarads par phase. Le courant capacitaire homopolaire ne dépassera donc pas, dans les circonstances les plus défavorables, 5,43 ampères. Ce courant capacitaire, qui est aussi le courant de défaut, doit pouvoir s'écouler vers la terre sans que les masses atteignent un potentiel dangereux au point de vue de l'électrocution.

En conséquence, et si nous admettons 25 volts comme potentiel maximum admissible pour les masses, la mise à la terre par laquelle s'écoulera le courant de défaut ne pourra jamais avoir une résistance supérieure à 25 : 5,43 = 4,6 ohms.

Pour les réseaux fonctionnant à la tension composée de 500 volts, cette limite pourra évidemment être doublée, soit 9,2 ohms.

Avec une mise à la terre de mauvaise qualité, il existera donc un risque d'électrocution par contact

Voor U = 1000, E = 578, Co = 1 microfarad, vindt men i_{Co} = 0,185 ampère.

Als het net volmaakt is, zijn deze drie stromen in evenwicht en is hun resultante gelijk aan nul.

In de praktijk zijn de netten nooit volmaakt. De gevaarlijkste toestand doet zich voor als het onevenwicht het grootst is, d.w.z. als een faze in vol contact staat met de massa of de aarde.

In figuur 2 is aangeduid hoe het vectorieel diagram van de spanningen er gaat uitzien als faze 1 in vol contact staat met de aarde. In dat geval worden de fazen 2 en 3 op de samengestelde spanning van 1.000 volt t.o.v. de aarde gebracht. De capaciteiten die in geval van elektrocutie optreden zijn nu die van de fazen 2 en 3 t.o.v. faze 1 en de aarde. Bijgevolg ontstaan er twee capacitaire stromen naar de aarde, die 120° van elkaar verschoven zijn. Voor een capaciteit C = 1 microfarad bedraagt elk van deze stromen :

$$i_C = \omega . C . U = 314 . 1000 . 10^{-6} = 0{,}314 \text{ ampère.}$$

De vectoriële component van deze twee stromen bedraagt dus I_C = 0,314 . 1,73 = 0,543 ampère.

Deze resultante is de hoogste homopolaire capacitaire stroom die zich in het beschouwde net kan voordoen.

De capaciteit van de netten in mijnen t.o.v. de aarde bedraagt gewoonlijk niet meer dan 10 microfarad per faze. Onder de meest ongunstige omstandigheden zal de homopolaire capacitaire stroom dus niet meer dan 5,43 ampère bedragen, als er geen weerstandsverliezen zijn. Deze capacitaire stroom, die ook de defectstroom is, moet naar de aarde kunnen afvloeien zonder dat de massa's een potentieel opdoen dat elektrocutiegevaar oplevert.

Als wij voor de massa's een spanning van 25 volt als het hoogste aanvaardbare potentieel beschouwen, zal de aardverbinding waardoor defectstroom afvloeit bijgevolg nooit een weerstand van meer dan 25 : 5,43 = 4,60 ohm mogen hebben.

Voor netten die op een samengestelde spanning van 500 volt werken, zal deze grens natuurlijk mogen verdubbeld worden, d.w.z. 9,2 ohm.

Met een aardverbinding van slechte kwaliteit zal er dus elektrocutiegevaar door onrechtstreekse aanraking

indirect. Lorsque la résistance de la mise à la terre devient infinie, on est évidemment ramené au cas de l'électrocution par contact direct.

zijn. Als de weerstand van de aardverbinding oneindig groot wordt, komt men natuurlijk terug tot het geval van elektrocutie door rechtstreekse aanraking.

LE DEFAUT D'ISOLEMENT SIMPLE

On dit que le réseau est affecté d'un défaut d'isolement simple lorsque l'une des trois phases est affectée d'un défaut d'isolement par rapport à la terre, tandis que les deux autres phases sont en bon état.

ENKELVOUDIG ISOLATIEDEFECT

Men zegt dat een net een enkelvoudig isolatiedefect vertoont, als één van de drie fazen één isolatiedefect t.o.v. de aarde vertoont en de twee overige fazen in goede staat zijn.

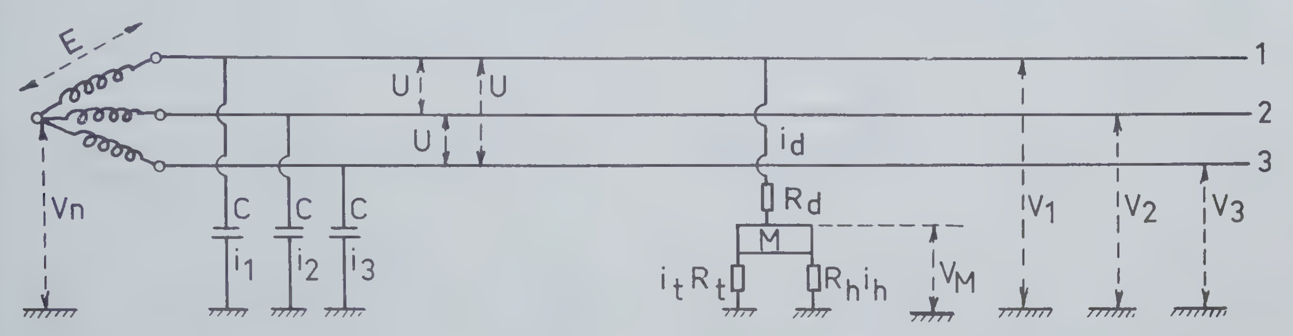


Fig. 3.

A la figure 3 ce défaut est représenté par la résistance R_d, consistant en un contact impédant entre la phase 1 et une masse M, dont la mise à la terre présente une résistance R_t.

Une personne entrant en contact avec la masse M est représentée par la résistance R_h.

Le potentiel par rapport à la terre de la phase en défaut s'établira à une valeur inférieure à celle de la tension étoilée. Nous nous proposons de calculer ce potentiel en fonction des résistances R_d, R_t et R_h et la capacité du réseau. On peut alors en déduire le potentiel auquel sera portée la masse M et fixer, pour diverses situations, la valeur de R_t qui ne pourra pas être dépassée.

Les symboles utilisés pour ce calcul ont la signification suivante :

U : la tension entre phases ou tension composée,

E : la tension simple ou tension étoilée,

V_1, V_2 et V_3 : les potentiels par rapport à la terre respectivement des phases 1, 2 et 3,

V_n : le potentiel par rapport à la terre du point neutre,

V_M : le potentiel par rapport à la terre de la masse M,

ω : la pulsation = 314,

C : la capacité d'une phase par rapport à la terre,

i_1, i_2, i_3 : les courants capacitaires de chacune des trois phases vers la terre,

i_d : le courant de défaut,

i_t : le courant passant par la résistance de la mise à la terre,

i_h : le courant passant par la personne qui entre en contact avec la masse M,

R_d : la résistance de défaut,

In figuur 3 wordt dat defect voorgesteld door de weerstand R_d bestaande in een impedant contact tussen faze 1 en een massa M, waarvan de aardverbinding een weerstand R_t heeft.

Een persoon die met de massa M in aanraking komt, wordt voorgesteld door de weerstand R_h.

Het potentieel van de defecte faze t.o.v. de aarde zal kleiner zijn dan de sterspanning. Wij zullen dat potentieel berekenen in functie van de weerstanden R_d, R_t en R_h en van de capaciteit van het net. Dan kan men het potentieel waarop de massa M zal gebracht worden eruit afleiden en voor verschillende toestanden de waarde van R_t bepalen die niet zal mogen overschreden worden.

De symbolen die bij deze berekening gebruikt worden, hebben de volgende betekenis :

U : de spanning tussen fazen of samengestelde spanning,

E : de enkelvoudige spanning of sterspanning,

V_1, V_2 en V_3 : de potentiëlen van de fazen 1, 2 en 3 t.o.v. de aarde,

V_n : het potentieel van het nulpunt t.o.v. de aarde,

V_M : het potentieel van de massa M t.o.v. de aarde,

ω : de pulsatie = 314,

C : de capaciteit van een faze t.o.v. de aarde,

i_1, i_2, i_3 : de capacitaire stromen van elk van de drie fazen naar de aarde,

i_d : de defectstroom,

i_t : de stroom die door de weerstand van de aardverbinding gaat,

i_h : de stroom die door de persoon gaat die met de massa M in aanraking komt,

R_d : de defectweerstand,

R_t : la résistance de la mise à la terre,
R_h : la résistance de la personne précitée,
R_c : la résistance combinée de R_t et R_h,
R : la résistance combinée de R_d, R_t et R_h,
j : le symbole imaginaire,
a : l'opérateur indiquant le décalage de 120° des forces électromotrices dans les trois phases.

On peut écrire les relations suivantes entre ces éléments :

D'après la loi de Kirchhoff, le point neutre étant parfaitement isolé :

$$i_1 + i_2 + i_3 + i_d = 0$$

ou

$$V_1 . j . \omega . C + V_2 . j . \omega . C + V_3 . j . \omega . C + \frac{V_1}{R} = 0$$

ou

$$(V_1 + V_2 + V_3) . j . \omega . C + \frac{V_1}{R} = 0$$

Or

$$V_1 = V_n + E;\ V_2 = V_n + a . E;\ V_3 = V_n + a^2 . E$$

En remplaçant V_1, V_2 et V_3 par leurs valeurs, nous obtenons :

$$3\, V_n . j . \omega . C + \frac{V_1}{R} = 0$$

compte tenu de ce que $1 + a + a^2 = 0$.

Or $V_n = V_1 - E = V_1 - \frac{U}{\sqrt{3}}$

En remplaçant V_n par cette valeur :

$$3\, V_1 . j . \omega . C . R - \sqrt{3} . j . \omega . C . R . U + V_1 = 0$$

d'où nous tirons V_1 :

$$V_1 = \frac{\sqrt{3} . \omega . C . R . U}{\sqrt{1 + 9\, \omega^2 . C^2 . R^2}}$$

Par ailleurs, nous avons les relations suivantes entre les résistances :

$$R = R_d + R_c = R_d + \frac{R_t . R_h}{R_t + R_h}$$

Enfin le potentiel de la masse M sera :

$$V_M = V_1 . \frac{R_c}{R_c + R_d}$$

Le courant de défaut s'élèvera à :

$$i_d = \frac{V_1}{R}$$

Le courant traversant la personne s'élèvera à :

$$i_h = \frac{V_M}{R_h}$$

R_t : de weerstand van de aardverbinding,
R_h : de weerstand van voornoemde persoon,
R_c : de samengestelde weerstand van R_t en R_h,
R : de samengestelde weerstand van R_d, R_t en R_h,
j : het imaginair symbool,
a : de operator die de verschuiving van 120° van de elektromotorische krachten in de drie fazen voorstelt.

Deze elementen voldoen aan de volgende betrekkingen :

Volgens de wet van Kirchhoff, als het nulpunt perfect geïsoleerd is :

$$i_1 + i_2 + i_3 + i_d = 0$$

of

$$V_1 . j . \omega . C + V_2 . j . \omega . C + V_3 . j . \omega . C + \frac{V_1}{R} = 0$$

of

$$(V_1 + V_2 + V_3) . j . \omega . C + \frac{V_1}{R} = 0$$

Nu is

$$V_1 = V_n + E;\ V_2 = V_n + a . E;\ V_3 = V_n + a^2 . E$$

Als we V_1, V_2 en V_3 door hun waarde vervangen, bekomen we :

$$3\, V_n . j . \omega . C + \frac{V_1}{R} = 0$$

aangezien $1 + a + a^2 = 0$.

Nu is $V_n = V_1 - E = V_1 - \frac{U}{\sqrt{3}}$

Als we V_n door deze waarde vervangen :

$$3\, V_1 . j . \omega . C . R - \sqrt{3} . j . \omega . C . R . U + V_1 = 0$$

waaruit we V_1 halen :

$$V_1 = \frac{\sqrt{3} . \omega . C . R . U}{\sqrt{1 + 9\, \omega^2 . C^2 . R^2}}$$

Van de andere kant hebben we de volgende betrekkingen tussen de weerstanden :

$$R = R_d + R_c = R_d + \frac{R_t . R_h}{R_t + R_h}$$

Ten slotte zal het potentieel van de massa M gelijk zijn aan :

$$V_M = V_1 . \frac{R_c}{R_c + R_d}$$

De defectstroom zal gelijk zijn aan :

$$i_d = \frac{V_1}{R}$$

De stroom die door de persoon gaat zal gelijk zijn aan :

$$i_h = \frac{V_M}{R_h}$$

Supposant U = 1.000 volts, E = 578 volts, C = 10 microfarads et R_h = 1.000 ohms, nous avons calculé les éléments du circuit considéré dans les situations caractéristiques suivantes :

1) celle qui correspond à un défaut simple de l'ordre de 20 ohms par volt, soit 20.000 ohms, d'abord avec R_t = 1.000, ensuite avec R_t infini ;
2) celle qui correspond à un défaut simple grave de l'ordre de 1 ohm par volt, soit 1.000 ohms ;
3) celle qui correspond à un défaut simple grave de l'ordre de 0,2 ohm par volt, soit 200 ohms ;
4) celle qui correspond à un défaut simple franc, la résistance R_t de la mise à la terre s'élevant à 10 ohms ;
5) enfin celle qui correspond à un défaut simple franc, le courant i_h traversant la personne s'élevant à 25 milliampères.

Les résultats de ces calculs figurent au tableau I.

In de veronderstelling dat U = 1.000 volt, E = 578 volt, C = 10 microfarad en R_h = 1.000 ohm, hebben we de gegevens van de stroomkring berekend voor de volgende karakteristieke toestanden :

1) die overeenstemmend met een enkelvoudig defect van nagenoeg 20 ohm per volt, d.i. 20.000 ohm, eerst met R_t = 1.000 en vervolgens met R_t oneindig groot ;
2) die overeenstemmend met een zwaar enkelvoudig defect van nagenoeg 1 ohm per volt, d.i. 1.000 ohm ;
3) die overeenstemmend met een zwaar enkelvoudig defect van nagenoeg 0,2 ohm per volt, d.i. 200 ohm ;
4) die overeenstemmend met een vol enkelvoudig defect en met een weerstand R_t = 10 ohm voor de aardverbinding ;
5) ten slotte die overeenstemmend met een vol enkelvoudig defect en met een stroom van i_h = 25 milliampère door de persoon.

Avant de passer à la discussion de ces résultats, nous formulerons les deux remarques suivantes :

1°) Nous rappelons que le tableau est dressé pour un réseau fonctionnant à la tension composée de 1.000 volts. Pour d'autres tensions, il est nécessaire de refaire les calculs, mais si l'on multiplie les valeurs de R_d et R_t par le rapport des tensions U/1000, on obtiendra pour i_h des valeurs très proches de celles qui figurent au tableau.

Alvorens met de bespreking van deze uitslagen te beginnen, wensen we twee opmerkingen te maken :

1°) Wij herinneren eraan dat de tabel gemaakt is voor een net dat werkt op een samengestelde spanning van 1.000 volt. Voor andere spanningen moeten de berekeningen opnieuw gemaakt worden, maar als men de waarden van R_d en R_t vermenigvuldigt met de verhouding van de spanningen U/1.000, zal men voor i_h waarden bekomen die zeer dicht bij die van de tabel gelegen zijn.

TABLEAU I
TABEL I

	R_d ohms	R_t ohms	R_e ohms	R ohms	V_1 volts	i_d ampères	V_M volts	i_h ampères
1	20.000	1.000	500	20.500	577	0,0282	14,1	0,0141
	20.000	infini oneindig	1.000	21.000	577	0,0275	27,5	0,0275
2	1.000	45	43,1	1.043	573	0,55	24	0,024
3	200	10	9,9	209,9	516	2,46	24,4	0,024
4	0	10	9,9	9,9	54	5,4	54	0,054
5	0	4,6	4,6	4,6	25	5,4	25	0,025

2°) Les résultats qui figurent au tableau sont obtenus dans l'hypothèse où le courant de défaut se boucle entièrement par la terre. En pratique, le bouclage se fera non seulement par la terre, mais aussi par le circuit de liaison équipotentielle des masses. Compte tenu de ce que les valeurs de R_t qui figurent au tableau correspondent à une mise à la terre locale, proche de la masse M, il est à noter que le courant i_h sera d'autant plus grand que la résistance du bouclage par la liaison équipotentielle des masses est grande et que la résistance de la mise à la terre générale ou

2°) De uitslagen die in de tabel voorkomen, zijn verkregen in de veronderstelling dat de defectstroom volledig gesloten wordt via de aarde. In de praktijk gebeurt dat niet alleen via de aarde, maar ook via de kring van de equipotentiële verbinding van de massa's. Indien de in tabel vermelde waarden van R_t beantwoorden aan een plaatselijke aardverbinding dicht bij de massa M, dient te worden opgemerkt dat de stroom i_h des te groter zal zijn naarmate de weerstand van de kring via de equipotentiële verbinding van de massa's groter en de weerstand van de algemene aard-

des mises à la terre lointaines sera faible. Les valeurs de i_h figurant au tableau sont donc des valeurs maximales qui ne seront généralement pas atteintes, mais les facteurs qui sont de nature à réduire i_h sont trop variables pour qu'il soit possible d'en tenir compte sans nuire à la sécurité.

Ces remarques étant faites, nous pouvons tirer du tableau ci-dessus les constatations suivantes :

1°) En cas de défaut simple de l'ordre de 20 ohms par volt, il n'y aura pas de risque d'électrocution, même si la mise à la terre est presque totalement déficiente.

Ce cas correspond à la situation d'un réseau qui serait équipé d'un contrôleur d'isolement satisfaisant au troisième alinéa de l'article 40 du nouveau règlement.

Cette nouvelle disposition assure donc, pour les réseaux alimentant, en régime normal, des appareils mobiles ou des appareils situés en taille, la double sécurité conformément au principe généralement appliqué en matière de travaux miniers.

2°) En cas de défaut simple grave de l'ordre de 1 ohm par volt, une mise à la terre est nécessaire, mais si celle-ci était médiocre il n'y aurait pas risque d'électrocution à condition que sa résistance soit inférieure à 45 ohms.

Ce cas correspond à la situation d'un réseau dont le contrôleur d'isolement serait hors service. L'achèvement du poste de travail sera autorisé, si le réseau est équipé d'un dispositif réagissant sur défaut simple grave, conformément aux alinéas 4 et 5 de l'article 40 précité. Si ce dispositif a une sensibilité de l'ordre de 1 ohm par volt, la sécurité sera assurée tant que la résistance de mise à la terre ne dépasse pas 45 ohms.

3°) En cas de défaut simple grave de l'ordre de 0,2 ohm par volt, une mise à la terre conforme au code de bonne pratique est nécessaire.

Ce cas ne diffère pas fondamentalement du précédent, mais ici la sensibilité du dispositif en question est de l'ordre de 0,2 ohm par volt. La sécurité sera néanmoins assurée si la résistance de la mise à la terre n'excède pas 10 ohms.

4°) En cas de contact franc d'une phase à la masse, le risque ne pourra être évité que s'il existe une bonne mise à la terre, d'une résistance inférieure à 4,6 ohms.

Ce cas ne peut pas se présenter lorsque le réseau est équipé d'un dispositif réagissant sur défaut simple grave, mais il doit être prévu lorsqu'il s'agit d'un réseau équipé d'un dispositif réagissant seulement sur défaut double. La mise à la terre doit en pareil cas faire l'objet d'une attention toute spéciale. C'est le motif pour lequel la préférence devrait être accordée au dispositif réagissant sur défaut simple plutôt qu'à

verbinding of van de verre aardverbindingen kleiner is. De in de tabel vermelde waarden van i_h zijn dus maximumwaarden die gewoonlijk niet zullen bereikt worden, maar de factoren die i_h zouden kunnen verlagen zijn te veranderlijk om er rekening te kunnen mee houden zonder de veiligheid in het gedrang te brengen.

Nu deze opmerkingen gemaakt zijn, kunnen wij aan de hand van bovenstaande tabel de volgende vaststellingen doen :

1°) Bij een enkelvoudig defect van nagenoeg 20 ohm per volt zal er geen elektrocutiegevaar zijn, zelfs niet als de aardverbinding haast totaal onvoldoende is.

Dit geval doet zich voor als het net uitgerust is met een inrichting voor controle op de isolatie die aan het derde lid van artikel 40 van het nieuwe reglement voldoet.

Voor netten die in normaal regime beweegbare of in pijlers geplaatste toestellen voeden, zorgt deze nieuwe bepaling dus voor de dubbele veiligheid volgens het beginsel dat voor mijnwerken algemeen toegepast wordt.

2°) Bij een zwaar enkelvoudig defect van nagenoeg 1 ohm per volt is er een aardverbinding nodig, maar zelfs als deze tamelijk slecht moest zijn, zou er toch geen elektrocutiegevaar zijn, op voorwaarde dat haar weerstand geen 45 ohm overtreft.

Dit geval doet zich voor als de inrichting voor controle op de isolatie van een net buiten gebruik is. Volgens het vierde en het vijfde lid van voormeld artikel 40 mag de arbeidsdienst voltooit worden indien het net uitgerust is met een inrichting die op een zwaar enkelvoudig defect reageert. Als deze inrichting een gevoeligheid van nagenoeg 1 ohm per volt heeft, zal de veiligheid verzekerd zijn zolang de weerstand van de aardverbinding niet meer dan 45 ohm bedraagt.

3°) Bij een zwaar enkelvoudig defect van nagenoeg 0,2 ohm per volt is er een aardverbinding nodig die aan de voorschriften van een goede praktijk beantwoordt.

Dit geval verschilt niet fundamenteel van het voorgaande, maar nu moet de bewuste inrichting een gevoeligheid van nagenoeg 0,2 ohm per volt hebben. De veiligheid zal verzekerd zijn indien de weerstand van de aardverbinding niet meer dan 10 ohm bedraagt.

4°) Bij een vol contact tussen een faze en de massa zal het gevaar slechts kunnen vermeden worden indien er een goede aardverbinding met een weerstand van minder dan 4,6 ohm is.

Als het net uitgerust is met een inrichting die op een zwaar enkelvoudig defect reageert, kan dit geval zich niet voordoen, maar als het net uitgerust is met een inrichting die alleen op één dubbel defect reageert, kan het zich wel voordoen. In zo'n geval moet dus aan de aardverbinding een bijzondere aandacht besteed worden. Daarom zou de voorkeur moeten gegeven worden aan een inrichting die op een enkelvoudig

celui réagissant sur défaut double, du moins lorsque le risque de court-circuit impédant est réduit, par exemple par l'emploi d'écrans individuels dans la composition des câbles souples.

defect reageert en niet aan een inrichting die slechts op een dubbel defect reageert, althans wanneer het gevaar voor impedante kortsluitingen gering is, bv. door het gebruik van individuele schermen bij de samenstelling van de soepele kabels.

LE DEFAUT D'ISOLEMENT DOUBLE

La figure 4 représente le schéma d'un réseau qui serait affecté de deux défauts d'isolement R'_d et R''_d, sur des phases différentes, respectivement les phases 2 et 3.

DUBBEL ISOLATIEDEFECT

Figuur 4 stelt een net voor met twee isolatiedefecten R'_d en R''_d op twee verschillende fazen.

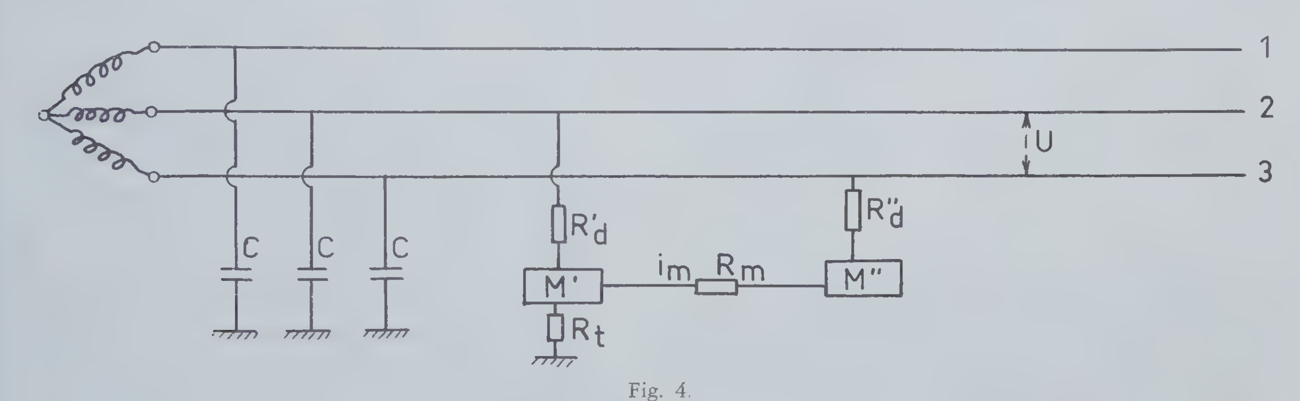


Fig. 4.

L'éventualité la plus dangereuse est celle où une personne entre en contact avec une masse M'' qui serait elle-même en contact franc avec une phase. Nous posons donc $R''_d = 0$.

Considérons d'abord le défaut double impédant, la résistance R'_d étant égale à 1.000 ohms.

La situation sera d'autant plus dangereuse que la mise à la terre de la masse M' sera meilleure. Nous posons donc $R_t = 0$. La masse M' sera dans ce cas fixée au potentiel de la terre.

La phase 2 sera pratiquement à la tension de 1.000 volts par rapport à la terre.

Le conducteur assurant la liaison équipotentielle de masses M' et M'' sera parcouru par un courant d'environ 1 ampère. Si la résistance R_m de ce conducteur s'élève par exemple à 5 ohms, la masse M'' sera portée au potentiel de 5 volts par rapport à la terre.

Par contre, si le défaut R'_d tombe à 200 ohms, le courant s'élèvera à environ 5 ampères et le potentiel de la masse M'' s'élèvera à environ 25 volts.

Mais si le défaut R'_d devient encore plus grave, le potentiel de la masse M'' s'élèvera au-delà de 25 volts et le risque apparaîtra, à moins que la résistance R_m de la liaison équipotentielle ne soit améliorée. Cette résistance joue donc, dans ce cas, un rôle très important; elle doit être aussi faible que possible. Par contre, la résistance de la mise à la terre ne joue pas un grand rôle ici et son amélioration serait, dans le cas présent, plutôt nuisible.

De mogelijkheid die het grootste gevaar oplevert is dat een persoon in aanraking komt met een massa M'' die zelf in vol contact is met een faze. Wij stellen dus $R''_d = 0$.

Wij zullen vooreerst het impedant dubbel defect onder ogen nemen, met weerstand $R'_d = 1.000$ ohm.

De toestand zal des te gevaarlijker zijn naarmate de aardverbinding van de massa M' beter is. Bijgevolg stellen we $R_t = 0$. In dat geval zal de massa M' gevestigd blijven op het potentieel van de aarde.

Faze 2 zal praktisch een spanning van 1.000 volt hebben t.o.v. de aarde.

Door de geleider die de equipotentiële verbinding van de massa's tot stand brengt, zal een stroom van ongeveer 1 ampère passeren. Als de weerstand R_m van deze geleider bv. 5 ohm bedraagt, zal de massa M'' op een potentieel van 5 volt t.o.v. de aarde gebracht worden.

Indien het defect R'_d tot 200 ohm daalt, zal de stroom daarentegen tot ongeveer 5 ampère oplopen en zal het potentieel van de massa M'' ongeveer 25 volt bedragen.

Maar als het defect R'_d nog erger wordt, zal het potentieel van de massa M'' boven 25 volt stijgen en zal er gevaar ontstaan, tenzij de weerstand R_m van de equipotentiële verbinding van de massa's verbeterd wordt. Deze weerstand speelt in dit geval dus een zeer belangrijke rol; hij moet zo klein mogelijk zijn. De weerstand van de aardverbinding daarentegen speelt hier geen grote rol en een verbetering van deze verbinding zou in het beschouwde geval eerder schadelijk zijn.

Considérons enfin le cas où les deux défauts sont francs ($R'_d = R''_d = 0$).

Si la mise à la terre de la masse M' est parfaite ($R_t = 0$), la phase 2 se mettra au potentiel de la terre, tandis que le potentiel de la phase 3 et de la masse M'' s'établira à 1.000 volts. Deux éventualités peuvent alors se présenter :

a) Ou bien la résistance du conducteur de liaison des masses est faible, inférieure à 1 ohm.

Dans ce cas, le courant qui circule dans la boucle s'élève à 1.000 ampères et la coupure sera réalisée par le dispositif de protection ampèremétrique du réseau (disjoncteur, contacteur ou fusible). On peut alors espérer que l'incident se terminera sans qu'il y ait de suites mortelles, mais ceci n'est pas absolument sûr. En outre, on n'est pas à l'abri d'un réenclenchement, bien sûr suivi d'une coupure rapide, mais un certain risque aura de nouveau existé.

b) Ou bien la résistance du conducteur de liaison des masses est élevée, par exemple 10 ohms.

Dans ce cas, le courant qui circule dans la boucle s'élève à 100 ampères. Il est pratiquement certain que la coupure ne sera pas réalisée par le dispositif de protection ampèremétrique. Des suites fatales ne pourront être évitées que si le réseau est équipé d'un dispositif assurant la coupure rapide du courant lorsque se produit un défaut double impédant ou, mieux encore, dès l'apparition du premier défaut grave.

Le danger d'électrocution en cas de défaut double impédant a été tragiquement illustré dans notre pays par deux accidents collectifs survenus en 1958 et 1960. Dans les deux cas, l'équipement métallique de la taille entière (convoyeur blindé, soutènement métallique, etc.) a été porté à une tension voisine de la tension composée de 550 volts sur 100 ou 250 m de longueur respectivement, mettant en danger de mort plusieurs dizaines de personnes. Il y eut plusieurs blessés et, dans chaque cas, trois morts.

Dans le premier cas, les deux défauts se sont probablement produits simultanément. L'un de ces défauts, dû au fauchage de la boîte à bornes du moteur inférieur du convoyeur blindé, mettait le convoyeur en contact franc avec une phase. L'autre défaut était dû au claquage de l'enroulement du moteur du panzer répartiteur situé dans la voie de base du chantier. Mis à part une faible réactance, ce défaut était pratiquement aussi franc.

La liaison équipotentielle des masses était interrompue par suite du vol d'un conducteur en cuivre nu. Un courant de défaut a tout de même pu s'établir par une terre locale de 9,5 ohms et la terre générale de 0,35 ohm. Sa valeur atteignait au maximum 550/9,85 = 56 ampères, ce qui était insuffisant pour déclencher la protection ampèremétrique. Il a été démontré que, dans

Ten slotte nemen we het geval van twee volle defecten onder ogen ($R'_d = R''_d = 0$).

Als de aardverbinding van de massa M' perfect is ($R_t = 0$), zal faze 2 het potentieel van de aarde hebben en zal het potentieel van faze 3 en van de massa M'' op 1.000 volt komen te staan. Dan kunnen zich twee mogelijkheden voordoen :

a) Ofwel is de weerstand van de geleider die de massa's verbindt gering, minder van 1 ohm.

In dit geval zal de stroom tot 1.000 ampère oplopen en zal de uitschakeling door de ampèremetrische beschermingsinrichting van het net (lastschakelaar, contactschakelaar of smeltzekering) tot stand gebracht worden.

Men kan dan hopen dat het incident geen dodelijke afloop zal hebben, maar dit is niet volstrekt zeker.

Bovendien is men niet beveiligd tegen een wederinschakeling, weliswaar gevolgd door een snelle uitschakeling, maar toch zal opnieuw enig gevaar bestaan hebben.

b) Ofwel is de weerstand van de geleider die de massa's verbind groot, bv. 10 ohm.

In dit geval bedraagt de stroom die door de kring gaat 100 ampère en het staat praktisch vast dat de ampèremetrische inrichting niet zal uitgeschakeld worden. Een noodlottige afloop zal slechts kunnen vermeden worden indien het net uitgerust is met een inrichting die de stroom snel uitschakelt als zich een impedant dubbel defect voordoet of, nog beter, zodra een eerste zwaar defect ontstaat.

Het elektrocutiegevaar bij impedant dubbel defect werd in ons land op tragische wijze geïllustreerd door twee collectieve ongevallen die zich in 1958 en in 1960 hebben voorgedaan. In beide gevallen werd de metalen uitrusting van de hele pijler (pantsertransporteur, ijzeren ondersteuning, enz.) over een lengte van onderscheidenlijk 100 en 250 m onder een spanning gezet die de samengestelde spanning van 550 volt benaderde, waardoor verscheidene tientallen personen in levensgevaar verkeerden. Er waren verscheidene gekwetsten en bij ieder ongeval drie doden.

In het eerste geval hebben de twee defecten zich vermoedelijk gelijktijdig voorgedaan. Eén van deze defecten, door het wegrukken van de klemmendoos van de onderste motor van de pantsertransporteur veroorzaakt, bracht de transporteur in vol contact met een faze. Het tweede defect was te wijten aan het doorslaan van de wikkeling van de motor van de verdeeltransporteur in de voetgalerij van de werkplaats. Dit defect was praktisch al even vol als het eerste, een lichte reactantie niet te na gesproken.

De equipotentiële verbinding van de massa's was onderbroken omdat een blanke koperen geleider gestolen was. Toch is een defectstroom kunnen tot stand komen via een plaatselijke aardverbinding van 9,5 ohm en de algemene aardverbinding van 0,35 ohm. Deze stroom had een waarde van ten hoogste 550/9,85 = 56 ampère,

les circonstances qui existaient lors de cet accident, l'électrocution aurait été encore possible, même si la liaison équipotentielle des masses n'avait pas été interrompue (1). Il est pratiquement certain que cet accident n'aurait pas eu de suites fatales si le réseau avait été équipé comme l'impose actuellement l'article 40 du règlement. Il va de soi que, souvent sur le conseil de l'Administration, les exploitants n'ont dans la plupart des cas pas attendu la parution du nouveau règlement pour munir les réseaux d'équipements de ce genre (2).

Dans le deuxième cas, il s'est écoulé une certaine durée entre l'apparition des deux défauts. Le premier défaut consistait en un contact franc entre des fils d'écran et une phase, par suite du coincement d'un câble souple. Le second défaut a été causé par le frottement d'un corps métallique contre un câble souple; après destruction de l'écran métallique sur une surface de quelques centimètres carrés, ce corps, qui était en contact avec le convoyeur blindé de taille, est entré en contact avec une autre phase sans qu'il y ait encore contact avec l'écran. Le courant de défaut n'atteignit que 8 ampères environ, de sorte que la protection ampèremétrique ne pouvait pas intervenir. Il existait un contrôleur d'isolement fonctionnant en alerte, mais il était accidentellement hors service par suite d'une avarie due à une surintensité causée par une traction excessive du câble d'alimentation sur les bornes d'entrée et absence de fusibles. Si l'appareil avait été convenablement protégé et si l'alerte avait fonctionné, non seulement en cas de défaut d'isolement, mais aussi en cas de disparition du courant de mesure de l'isolement, il est très probable que des suites fatales auraient été évitées.

Ce second accident a aussi mis en lumière l'incapacité de l'écran en fils de cuivre fins de remplir sa mission. Il existe d'ailleurs une nette tendance vers l'emploi d'écrans individuels en fils de cuivre forts, remplissant en même temps la fonction de conducteur de masse.

Enfin, signalons que, dans les deux cas, la troisième victime a été atteinte après coup, c'est-à-dire après l'arrêt et la remise en marche des installations. Les dispositifs de protection doivent par conséquent être conçus de manière que l'enclenchement intempestif sur défaut grave soit impossible.

(1) Voir à ce sujet R. Fradcourt et J. Laret : Etude d'un accident d'électrocution dans une taille mécanisée d'un charbonnage, *Annales des Mines de Belgique*, février 1960.

(2) Voir à ce sujet G. Cools : La protection des réseaux électriques installés dans les travaux souterrains des mines contre les risques d'électrocution, d'incendie et d'inflammation de grisou, *Annales des Mines de Belgique*, février 1960.

wat onvoldoende was om de ampèremetrische bescherming in werking te stellen.

Men heeft bewezen dat de elektrocutie, onder de toen bestaande omstandigheden, toch nog mogelijk zou geweest zijn, zelfs als de equipotentiële verbinding van de massa's niet onderbroken geweest was (1).

Het is praktisch zeker dat dit ongeval geen noodlottige afloop zou gehad hebben indien het net uitgerust geweest was met een toestel voor controle op de isolatie met snelle automatische uitschakeling in geval van zwaar defect, zoals artikel 40 van het reglement nu voorschrijft. Vanzelfsprekend hebben de meeste exploitanten, dikwijls op aanraden van de Administratie, niet gewacht tot het nieuwe reglement verschenen is, om de netten met soortgelijke toestellen uit te rusten (2).

In het tweede geval is tussen het ontstaan van de twee defecten enige tijd verlopen. Het eerste defect bestond in een vol contact tussen schermdraden en een faze, in een kabel die geklemd geraakt was.

Het tweede defect was veroorzaakt door het wrijven van een metalen voorwerp tegen een kabel; nadat het metalen scherm over een oppervlakte van enkele vierkante centimeter vernield was, is dat voorwerp, dat met de pantsertransporteur van de pijler in contact was, in contact gekomen met een andere faze zonder dat er nog contact was met het scherm. De defectstroom bedroeg slechts ± 8 ampère, zodat de ampèremetrische bescherming niet kon werken. Er was een alarminrichting voor controle op de isolatie, maar zij was toevallig buiten dienst ingevolge een beschadiging door overintensiteit, die aan een overdreven trek van de voedingskabel op de ingangsklemmen en de afwezigheid van smeltzekeringen te wijten was. Indien het toestel behoorlijk beschermd geweest was en indien de alarminrichting niet alleen bij een isolatiedefect, maar ook bij het uitvallen van de isolatiemeetstroom gewerkt had, dan zou een noodlottige afloop zeer waarschijnlijk vermeden geweest zijn.

Dit tweede ongeval heeft ook aangetoond dat het scherm van dunne koperen draden niet in staat was zijn taak te vervullen. Thans gaat men trouwens duidelijk naar het gebruik van *individuele* schermen uit dikke koperen draden, die tevens dienst doen als massageleider.

Ten slotte willen wij er op wijzen, dat het derde slachtoffer, in beide gevallen, achteraf getroffen werd, d.w.z. nadat de installaties stilgelegd en terug op gang gebracht waren. Bijgevolg moeten de beschermingsinrichtingen zo opgevat zijn dat het ontijdig inschakelen na een zwaar defect onmogelijk is.

(1) Zie R. Fradcourt en J. Laret : Etude d'un accident d'électrocution dans une taille mécanisée d'un charbonnage, *Annalen der Mijnen van België*, februari 1960.

(2) Zie G. Cools : De bescherming van elektrische netten in de ondergrondse werken van mijnen om het gevaar voor elektrocutie, brand en ontvlamming van mijngas te weren, *Annalen der Mijnen van België*, februari 1960.

CONSIDERATIONS RELATIVES A L'INTERPRETATION DE L'ARTICLE 40 DU REGLEMENT

Pour l'interprétation correcte de l'article 40 du nouveau règlement, il est utile de rappeler que ce sont surtout les deux accidents collectifs rappelés ci-dessus qui sont à l'origine de cet article.

C'est notamment pour éviter que les installations de la taille ne soient mises sous tension sur une grande longueur que l'article 40, premier alinéa, vise tous les réseaux qui non seulement comportent des appareils mobiles, mais aussi ceux qui comportent des parties situées en taille ou fixées sur des installations de taille. En effet, le risque visé peut exister même s'il n'y a pas de câbles électriques ni autres parties électriques situées en taille. C'est le cas, par exemple, pour les installations blindées de taille dont toutes les parties électriques se trouveraient hors de la taille. Mais ce ne serait pas le cas pour des installations *qui ne seraient pas conductrices de l'électricité* et dont les parties électriques ou pouvant être électrisées se trouveraient entièrement en dehors de la taille.

Par contre, tous les appareils mobiles ont été visés quels que soient les endroits où ils sont utilisés, *pour le motif que le câble qui les alimente est toujours exposé à être endommagé.* Ceci explique pourquoi les dénominations de « appareil sujet à déplacement », « appareil semi-fixe », « appareil mobile » et « appareil portatif » se rapportent uniquement à des *appareils alimentés par câble* (voir article 6, point 17°).

Les véhicules automoteurs actionnés par accumulateurs sont par conséquent exclus. Il en est de même pour les véhicules et les appareils quelconques alimentés *par ligne de contact, car une ligne de contact est un conducteur nu* (article 6, point 6°) *et non un câble* (article 6, point 7°).

Toutefois, attendu qu'il existe des locomotives alimentées par câbles, il a fallu expliciter l'exclusion de celles-ci (article 6, point 10°). Cette interprétation est d'ailleurs évidente car il saute aux yeux que les dispositions prévues à l'article 40 sont physiquement inapplicables tant aux véhicules automoteurs qu'à des appareils quelconques qui seraient alimentés par une ligne de contact.

En principe, les dispositions prévues à l'alinéa 3 de l'article 40 ne peuvent être observées que moyennant l'emploi d'un contrôleur d'isolement basé sur l'injection dans le réseau d'un courant de mesure continu ou redressé.

A la rigueur, le contrôle permanent de l'isolement d'un réseau *en fonctionnement* pourrait être obtenu à l'aide d'appareils fonctionnant d'après un autre principe, à condition que l'on puisse être certain que leur sensibilité soit supérieure à la limite déclarée à l'ingénieur des mines et, en tout cas, supérieure à la limite de 20 ohms par volt dont question à l'alinéa 4 de l'article.

BESCHOUWINGEN OVER DE INTERPRETATIE VAN ARTIKEL 40 VAN HET REGLEMENT

Voor de juiste interpretatie van artikel 40 van het nieuwe reglement is het goed voor ogen te houden dat genoemd artikel zijn ontstaan vooral aan de twee voormelde collectieve ongevallen te danken heeft.

Het is namelijk om te vermijden dat de pijlerinstallaties over een grote lengte onder spanning gezet worden, dat artikel 40, eerste lid, betrekking heeft op alle netten die niet alleen beweegbare toestellen omvatten, maar ook op die welke in pijlers gelegen of op pijlerinstallaties bevestigde gedeelten omvatten. Het beoogde gevaar kan zich immers voordoen zelfs als er geen elektrische kabels of andere in de pijler gelegen elektrische gedeelten zijn. Dit is bij voorbeeld het geval voor de gepantserde pijlerinstallaties waarvan alle elektrische gedeelten zich buiten de pijler zouden bevinden. Maar dit zou niet het geval zijn voor installaties *die geen elektriciteit geleiden* en waarvan de elektrische gedeelten of de gedeelten die kunnen geëlektriseerd worden zich volledig buiten de pijler bevinden.

Daarentegen worden alle beweegbare toestellen geviseerd, onverschillig op welke plaats zij gebruikt worden, *omdat de voedingskabel altijd aan beschadiging blootgesteld is.* Dit verklaart waarom de benamingen « toestel dat aan verplaatsingen onderhevig is », « halfvast toestel », « beweegbaar toestel » en « draagbaar toestel » alleen betrekking hebben op toestellen die door een kabel gevoed worden (zie artikel 6, punt 17°). Door accumulatoren aangedreven zelfbewegende toestellen zijn bijgevolg uitgesloten. Dit geldt ook voor voertuigen en om het even welke toestellen *die door een rijdraad gevoed worden,* want een rijdraad is een blanke geleider (art. 6, punt 6°) en geen kabel (art. 6, punt 7°). Maar aangezien er locomotieven zijn die door kabels gevoed worden, heeft men de uitsluiting ervan uitdrukkelijk moeten vermelden (art. 6, punt 19°). Deze interpretatie ligt trouwens voor de hand, want het is duidelijk dat het fysisch onmogelijk is de bepalingen van artikel 40 toe te passen op zelfbewegende voertuigen en evenmin op om het even welke toestellen die door een rijdraad gevoed worden.

De bepalingen van het derde lid van artikel 40 kunnen in beginsel slechts nageleefd worden door het gebruik van een inrichting voor controle op de isolatie die op de injectie van een gelijk- of gelijkgerichte meetstroom in het net berust.

De bestendige controle op de isolatie van een net *dat in werking is,* zou desnoods kunnen verwezenlijkt worden met toestellen die op een ander principe berusten, op voorwaarde dat men er zeker kan van zijn dat hun gevoeligheid boven de aan de mijningenieur aangegeven grens ligt en in ieder geval boven de grens van 20 ohm per volt waarvan in het vierde lid van artikel 40 sprake is.

Mais en ce qui concerne le dispositif capable d'empêcher la remise sous tension d'une antenne éventuellement avariée, nous ne voyons pas la possibilité de réaliser cette exigence autrement que par l'injection d'un courant de mesure.

C'est pourquoi, c'est ce principe de fonctionnement qui a généralement été adopté, puisqu'il permet de satisfaire au règlement, tant pour contrôler un réseau en fonctionnement que pour empêcher la remise sous tension d'une antenne avariée. Il est vraisemblable que l'agréation du directeur général des mines ne sera accordée que pour les appareils basés sur ce principe, d'autant plus que ceux-ci présentent d'autres avantages, notamment l'indépendance par rapport à la capacité des réseaux et la possibilité de mesurer à tout moment la valeur de l'isolement du réseau.

Mais il est à noter que, pour les dispositifs mis en service avant la mise en vigueur du règlement, l'agréation par le directeur général des mines n'est pas requise. Dans ce cas, seule une autorisation accordée en vertu de l'article 42 est nécessaire. Celle-ci ne sera vraisemblablement pas refusée s'il est satisfait aux exigences de l'alinéa 3 et si on est certain que leur seuil de fonctionnement est supérieur à 20 ohms par volt.

Ce serait le cas, nous semble-t-il, pour certains dispositifs à haute sensibilité, tels que ceux qui sont basés sur le contrôle du potentiel d'un neutre artificiel, pour autant qu'ils soient accompagnés d'un dispositif à injection de courant empêchant la remise sous tension d'une antenne avariée. Nous avons signalé antérieurement (3) que la moitié des mines anglaises est équipée de cette manière sous le nom de « multi-point system » accompagné du « lock-out circuit ».

En ce qui concerne le seuil de fonctionnement, le règlement impose uniquement qu'il soit communiqué à l'ingénieur des mines. Il ressort de l'alinéa 4 que ce seuil ne peut pas être inférieur à 20 ohms par volt. Les résultats des calculs figurant au tableau I montrent que cette valeur est suffisante pour assurer la sécurité; une exigence plus grande ne nous paraît pas justifiable du point de vue de la sécurité contre l'électrocution.

Par contre, une limite plus élevée peut bien être souhaitable dans certains cas pour des motifs relevant de l'exploitation. Afin de ne pas contrarier le choix éventuel d'une limite élevée, le règlement a prévu à l'alinéa 4 le droit pour l'exploitant de ramener, en cas de besoin, cette limite au niveau réglementaire de 20 ohms par volt. Cette clause, qui est une faculté, ne peut évidemment pas être interprétée comme impliquant l'obligation de choisir une limite plus élevée que 20 ohms par volt.

Il ne paraît pas opportun de conseiller d'équiper les contrôleurs d'isolement d'un dispositif (potentiomètre, rhéostat, etc.) permettant de faire varier aisément le

(3) Voir *Annales des Mines de Belgique,* octobre 1970.

Maar voor het toestel dat in staat is het opnieuw onder spanning brengen van een eventueel beschadigde aftakking te verhinderen, zien wij niet in hoe aan deze vereiste zou kunnen voldaan worden zonder injectie van een meetstroom.

Daarom wordt dat principe meestal aangenomen; het laat immers toe het reglement na te leven, zowel om een net te bewaken dat in werking is, als om het opnieuw onder spanning brengen van een beschadigde aftakking te verhinderen.

Waarschijnlijk zal de directeur-generaal der mijnen alleen toestellen aannemen die op dat beginsel berusten, vooral omdat deze toestellen nog andere voordelen bieden, onder meer de onafhankelijkheid ten opzichte van de capaciteit van de netten en de mogelijkheid te allen tijde de waarde van de isolatie van het net te meten.

Maar toestellen die vóór de inwerkingtreding van het reglement in gebruik genomen zijn, hoeven door de directeur-generaal der mijnen niet aangenomen te worden. In dat geval volstaat een op grond van artikel 42 verleende toestemming. Deze zal waarschijnlijk niet geweigerd worden als aan de vereisten van het derde lid voldaan wordt en als men er zeker van is dat de werkingsgrens boven 20 ohm per volt ligt.

Dit zou het geval zijn voor bepaalde inrichtingen die zeer gevoelig zijn, zoals die welke op het controleren van het potentieel van een kunstmatig nulpunt berusten, op voorwaarde dat er een inrichting voor stroominjectie aan toegevoegd wordt, die het opnieuw onder spanning brengen van een beschadigde aftakking verhindert. Wij hebben vroeger geschreven (3) dat de helft van de Engelse mijnen aldus uitgerust zijn, onder de benaming « multi-point-system », samen met een « lock-out circuit ».

Wat de werkingsgrens betreft, schrijft het reglement alleen mededeling aan de mijningenieur voor. Uit het vierde lid volgt dat deze grens niet beneden 20 ohm per volt mag liggen. De in bovenstaande tabel vermelde uitslagen van de berekeningen tonen aan dat deze waarde voldoende is voor de veiligheid; strengere eisen lijken ons niet verantwoord van uit het oogpunt van de veiligheid tegen elektrocutie. Een hogere grens kan daarentegen in sommige gevallen wel wenselijk zijn om redenen in verband met de exploitatie. Om de eventuele keuze van een hoge grens niet tegen te werken, heeft het reglement in het vierde lid de exploitant gerechtigd deze grens tot het reglementair peil van 20 ohm per volt te verlagen, als het nodig is. Deze bepaling, die een mogelijkheid inhoudt, mag natuurlijk niet uitgelegd worden als een verplichting een grens van meer dan 20 ohm per volt te kiezen.

Het lijkt niet raadzaam de toestellen voor controle op de isolatie uit te rusten met een inrichting, een potentiometer, rheostaat of dgl., die het mogelijk maakt

(3) Zie *Annalen der Mijnen van België,* oktober 1970.

seuil de fonctionnement d'une manière continue entre de larges limites. Par contre, il peut être utile de se réserver la possibilité de fixer ce seuil à des valeurs judicieusement déterminées et adaptées aux cas envisagés. On pourrait, par exemple, imaginer des cas où le seuil normal serait fixé à 100 ohms par volt avec possibilité de passer, temporairement et en cas de nécessité, au seuil minimum réglementaire de 20 ohms par volt.

L'alinéa 4 de l'article 40 est précisément rédigé de manière à permettre des solutions de ce genre.

Le principe du contrôle par l'injection d'un courant de mesure sera sans doute généralisé dans notre pays pour les dispositifs visés à l'alinéa 3 et mis en service après la date de mise en vigueur du règlement. On sait que cette solution présente l'inconvénient du manque de sélectivité, mais on y pallie par l'emploi de contrôleurs d'isolement secondaires, permettant le réenclenchement des antennes saines et empêchant le réenclenchement de l'antenne avariée.

D'autre part, il ne faut pas oublier que, dès que les antennes alimentant les appareils visés à l'alinéa premier sont déclenchées, le restant du réseau n'est plus soumis à l'article 40 et peut donc sans plus être remis en service.

Lorsque le transformateur se trouve assez loin du pied de taille, on peut réduire encore les inconvénients du système, comme un exploitant l'a imaginé, en équipant le réseau de deux contrôleurs d'isolement fonctionnant en même temps, le premier placé près de la taille, le second près du transformateur.

Si les tensions de mesure des deux appareils sont bien égales et stabilisées, le courant de mesure se partage alors d'une manière égale entre les deux appareils. Si l'isolement tombe en dessous d'une limite donnée, le contrôleur situé près de la taille et réglé au double de cette limite provoquera le déclenchement automatique du disjoncteur voisin. Le restant du réseau, qui pourra le cas échéant encore comprendre des appareils visés à l'alinéa 1, continuera à fonctionner sous la surveillance de l'autre contrôleur, lequel est réglé à la valeur simple de la limite choisie.

Les alinéas 4 et 5 de l'article 40 sont d'application lorsque l'isolement tombe en dessous de 20 ohms par volt (al. 4) ou lorsque le contrôleur d'isolement est hors service (al. 5).

On peut alors rétablir la tension aux conditions indiquées, notamment à condition que le réseau soit protégé au moyen d'un dispositif fonctionnant sur défaut simple grave ou d'un dispositif fonctionnant sur défaut double.

Les dispositifs fonctionnant sur défaut simple grave, s'ils sont bien conçus, détectent les défauts situés en aval et non ceux en amont.

de werkingsgrens op een gemakkelijke manier geleidelijk binnen ruime grenzen te laten variëren. Het kan daarentegen nuttig zijn de mogelijkheid open te houden die grens op oordeelkundig bepaalde en aan de beschouwde gevallen aangepaste waarden vast te stellen. Men zou bij voorbeeld in sommige gevallen een grens van 100 ohm per volt kunnen nemen voor de normale werking en de reglementaire minimumgrens van 20 ohm per volt voor de tijdelijke werking als het nodig is.

Het vierde lid van artikel 40 is juist zo opgesteld dat zulke oplossingen mogelijk zijn.

Het principe van de controle door injectie van een meetstroom zal wellicht in ons land veralgemeend worden voor de in het derde lid bedoelde inrichtingen die na de inwerkingtreding van het reglement in gebruik genomen worden. Men weet dat deze oplossing het nadeel heeft niet selectief te zijn, maar dit wordt verholpen door het gebruik van secundaire inrichtingen voor controle op de isolatie, die toelaten de gezonde aftakkingen opnieuw onder spanning te brengen en het opnieuw onder spanning brengen van de beschadigde aftakking verhinderen.

Ook mag niet uit het oog verloren worden dat zodra de aftakkingen die de in het eerste lid vermelde toestellen voeden uitgeschakeld zijn, de rest van het net niet meer aan artikel 40 onderworpen is en bijgevolg zonder meer opnieuw in gebruik mag genomen worden.

Als de transformator zich tamelijk ver van de voet van de pijler bevindt, kunnen de nadelen die aan het systeem eigen zijn, nog beperkt worden door het net, zoals een exploitant gedaan heeft, met twee inrichtingen voor controle op de isolatie uit te rusten, één dichtbij de pijler en een andere dichtbij de transformator. Als de meetspanningen van de twee toestellen goed gelijk en gestabiliseerd zijn, wordt de meetstroom dan onder de twee toestellen gelijk verdeeld. Als de isolatie onder een bepaalde grens daalt, zal het toestel dat dichtbij de pijler gelegen en op het dubbele van die grens afgesteld is, de naburige lastschakelaar automatisch doen afslaan. De rest van het net, dat gebeurlijk nog in het eerste lid vermelde toestellen kan omvatten, zal onder de controle van het andere toestel, dat op de enkelvoudige waarde van de gekozen grens afgesteld is, blijven werken.

Het vierde en het vijfde lid van artikel 40 zijn van toepassing wanneer de isolatie tot minder dan 20 ohm per volt daalt (4de lid) of wanneer het toestel voor controle op de isolatie buiten gebruik is (5de lid). Dan mag de spanning tegen bepaalde voorwaarden opnieuw ingeschakeld worden, onder meer op voorwaarde dat het net beschermd wordt door een toestel dat voor een zwaar enkelvoudig defect in werking treedt, of door een toestel dat voor een dubbel defect in werking treedt.

Toestellen die voor een zwaar enkelvoudig defect werken, sporen de defecten op die voorbij het toestel optreden, maar niet de defecten die vóór het toestel optreden, ten minste als zij goed opgevat zijn.

D'autre part, l'alinéa 4 prescrit : « Ce dispositif assure la séparation automatique *de la partie avariée* du réseau... ».

Ceci implique donc que, contrairement à ce qui est prescrit pour le régime normal visé à l'alinéa 3, la partie située en amont ne doit pas, en régime temporaire visé aux alinéas 4 et 5, être surveillée par les dispositifs en question. C'est d'ailleurs logique puisque les parties du réseau situées en amont des dispositifs imposés par l'alinéa 4 ne comportent pas d'appareils visés à l'alinéa premier et présentent donc moins de risques.

CONCLUSIONS

La protection contre le danger d'électrocution par contact indirect dans les travaux souterrains des mines était assurée, avant la parution du règlement du 5 septembre 1969, uniquement par la méthode classique de mise à la terre et de liaison équipotentielle des masses.

Cette méthode ne présente une certaine efficacité que si les installations sont bien exécutées, surveillées et entretenues. Elle peut à tout moment être mise en défaut, accidentellement ou par malveillance, vol d'éléments, etc. Si les réseaux sont étendus, la surveillance est difficile; par ailleurs, le contrôle électrique de la continuité des liaisons est malaisé.

En cas de défaut double franc, elle peut être mise en défaut même si elle est en tous points parfaite, car son efficacité dépendra de l'efficacité de la protection du réseau vis-à-vis des courts-circuits et du réglage des appareils de coupure afin qu'un fonctionnement correct soit assuré quels que soient les endroits où les défauts se produisent.

Enfin, ce qui est plus grave, la méthode est totalement mise en défaut en cas de défaut double impédant.

Le règlement du 5 septembre 1969 vise en son article 40 un objectif triple :

1°) Assurer, en régime normal, une double sécurité, de manière que le personnel soit protégé même en cas de défaillance des mesures classiques.

2°) Assurer en régime temporaire, en vue de l'achèvement d'un poste de travail, une protection satisfaisante du personnel, avec double sécurité dans certaines limites.

3°) Pallier l'incapacité des mesures classiques à assurer la protection du personnel en cas de défaut double impédant.

En ce qui concerne le premier objectif, le calcul démontre que la coupure au seuil de 20 ohms par volt assure la double sécurité visée.

Bovendien schrijft het vierde lid voor dat « dat toestel de automatische scheiding tussen het *beschadigde gedeelte* van het net en de voedingsbron tot stand brengt ».

Dit betekent dus dat het gedeelte tussen de stroombron en het toestel, in tegenstelling met wat voor het in het derde lid bedoelde normaal regime voorgeschreven is, onder het tijdelijk regime waarvan in het vierde en het vijfde lid sprake is, niet door de bewuste toestellen hoeft bewaakt te worden. Dit is trouwens logisch, aangezien de gedeelten van het net die zich vóór de door het vierde lid opgelegde toestellen bevinden, geen in het eerste lid vermelde toestellen omvatten en dus minder gevaar opleveren.

BESLUITEN

Vóór de publikatie van het reglement van 5 september 1969 werd de bescherming tegen elektrocutiegevaar door onrechstreekse aanraking in de ondergrondse werken van mijnen, enkel door de klassieke methode met aardverbinding en equipotentiële verbinding van de massa's tot stand gebracht.

Deze methode is enkel in zekere mate doeltreffend als de installaties goed uitgevoerd, gecontroleerd en onderhouden worden. Toevallig of door kwaadwilligheid, diefstal van onderdelen, enz., kan zij altijd in gebreke blijven. Voor uitgebreide netten is het toezicht moeilijk; de elektrische controle op de continuïteit van de verbindingen is trouwens evenmin gemakkelijk.

Bij een vol dubbel defect kan deze methode in gebreke blijven, zelfs als ze in alle opzichten volmaakt is, want haar doeltreffendheid zal van de doeltreffendheid van de bescherming van het net tegen kortsluitingen afhangen en van een zodanige afstelling van de uitschakelapparaten dat zij altijd correct werken, om het even waar de defecten zich voordoen.

Ten slotte, en dat is nog erger, blijft de methode volkomen in gebreke bij impedante dubbele defecten.

In artikel 40 van het reglement van 5 september 1969 wordt hiervoor een drievoudig oogmerk nagestreefd :

1°) In normaal regime een dubbele veiligheid tot stand brengen, zodat het personeel beschermd wordt, zelfs als de klassieke maatregelen in gebreke blijven.

2°) Tijdelijk, voor het voltooien voor een arbeidsdienst, een voldoende bescherming van het personeel tot stand brengen, met een dubbele veiligheid in de gevallen waarvoor het meest moet gevreesd worden.

3°) Het onvermogen van de klassieke maatregelen om het personeel bij impedante dubbele defecten te beschermen, verhelpen.

Wat het eerste oogmerk betreft, blijkt uit de berekening, dat de uitschakeling op de grens van 20 ohm per volt de verlangde dubbele veiligheid tot stand brengt.

Le second objectif est visé aux alinéas 4 et 5 de l'article 40. Ces dispositions laissent la plus grande latitude quant aux types de dispositifs à utiliser, en vue de ne pas freiner le progrès technique, à condition que la coupure automatique soit assurée dans les cas les plus graves, notamment les cas de défauts doubles de toute nature.

L'ensemble des dispositions précitées assure la protection visée au troisième objectif, quels que soient les choix permis par le règlement.

Enfin, il est à noter que l'article 40 vise uniquement des appareils qui sont alimentés par câble, notamment les appareils mobiles et ceux qui sont susceptibles d'électriser les installations de taille sur de grandes longueurs.

Lorsque la tension n'excède pas 250 volts, le règlement laisse en son article 40 une plus grande latitude encore en ce qui concerne le choix des dispositifs, compte tenu de ce que les risques sont moins grands et de ce que les installations présentent une plus grande diversité, puisqu'il s'agit ici non seulement des installations de mine, mais aussi des installations fonctionnant dans les travaux souterrains des minières et des carrières, lorsque ces établissements sont rangés dans la classe spéciale et par conséquent soustraits au règlement général.

Il est à remarquer que, contrairement à l'article 40, l'article 41 admet des appareils portatifs. Par contre, il n'admet pas de régime temporaire pour les appareils mobiles et les appareils portatifs ; on ne peut donc pas se servir de ces appareils lorsque le dispositif de protection est hors service.

Het tweede oogmerk wordt nagestreefd door het vierde en het vijfde lid van artikel 40. Deze bepalingen laten de grootst mogelijke vrijheid bestaan wat de types van toestellen betreft, om de technische vooruitgang niet af te remmen, op voorwaarde dat de automatische uitschakeling ten minste in de ergste gevallen, met name bij dubbele defecten van alle aard, tot stand gebracht wordt.

Al deze bepalingen samen brengen de in het derde oogmerk nagestreefde veiligheid tot stand, om het even welke toestellen volgens het reglement mogen gekozen worden.

Ten slotte zij opgemerkt, dat artikel 40 alleen betrekking heeft op toestellen die door een kabel gevoed worden, met name de beweegbare toestellen, en die welke de pijlerinstallaties over grote lengten zouden kunnen elektriseren.

Als de spanning niet meer dan 250 volt bedraagt, staat artikel 41 van het reglement nog een grotere vrijheid toe wat de keuze van de inrichtingen betreft, omdat de risico's minder groot zijn en de installaties een grotere verscheidenheid vertonen, aangezien het hier niet alleen over de installaties van mijnen gaat, maar ook over de installaties in de ondergrondse werken van graverijen en groeven als deze bedrijven in de speciale klasse ingedeeld en bijgevolg aan het algemeen reglement onttrokken zijn.

Opgemerkt zij, dat artikel 41, in tegenstelling met artikel 40, draagbare toestellen toestaat. Maar voor beweegbare toestellen en draagbare toestellen staat het geen tijdelijk regime toe ; die toestellen mogen dus niet gebruikt worden als de beschermingsinrichting buiten dienst is.

Détermination des tensions de vapeur et du coefficient de dilatation des xylènes et des xylénols, en fonction du taux de remplissage du réacteur

R. BERTAU * et C. DELAUNOIS **

RESUME

Au cours du présent travail, nous avons déterminé la tension de vapeur des xylènes et des xylénols en fonction du taux de remplissage du réacteur.

Une série de constantes thermodynamiques ont été déduites de ces résultats.

La température et la pression de début de craquage en phase liquide sous pression des xylénols, ont été mesurée pour les six isomères. Des isomérisations et des condensations ont été mises en évidence.

Etant donné que les taux de conversion ont été relativement faibles dans certains essais, nous avons pu proposer un schéma de dégradation thermique des xylénols en phase liquide sous pression.

INHALTSANGABE

Der Dampfdruck der Xylole und Xylenole wurde abhängig vom Füllungsgrad des Reaktors bestimmt.

Aus den Ergebnissen wurde eine Reihe von thermodynamischen Konstanten abgeleitet.

Temperatur und Druck zu Beginn der Krackung der Xylenole in flüssiger Phase wurden für die sechs Isomere gemessen. Isomerisierung und Kondensation konnten nachgewiesen werden.

Da der Umsatz bei verschiedenen Versuchen verhältnismäßig gering war, ließ sich ein Schema für den thermischen Abbau der Xylenole in flüssiger Phase unter Druck entwickeln.

SAMENVATTING

In de loop van dit werk hebben wij de dampspanning van de xylenen en de xylenolen bepaald in functie van de vullingsgraad van de reactor.

Uit deze resultaten hebben wij een aantal thermodynamische constanten afgeleid.

Temperatuur en druk waarbij de xylenolen in vloeibare faze en onder druk beginnen gekraakt te worden, werden gemeten voor de zes isomeren. Isomeraties en condensaties werden bewezen.

Vermits de omzettingsgraad bij sommige proeven betrekkelijk zwak was hebben wij een schema kunnen voorstellen voor de thermische afbraak van de xylenolen in de vloeibare faze en onder druk.

SUMMARY

In the course of the present research, we determined the vapour pressure of the xylenes and xylenols in function of the filling rate of the reactor.

A series of thermodynamic constants was deduced from these results.

The temperature and pressure at the beginning of cracking under pressure of the xylenols in the liquid phase were measured for the six isomers. Isomerizations and condensations were revealed.

In view of the fact that the conversion rates were relatively slight in certain experiments, we were able to suggest a thermal down grading of the xylenols in the liquid phase under pressure.

* Licencié en Sciences Chimiques, Assistant à l'Université Libre de Bruxelles.

** Docteur en Sciences Chimiques, Chef de Travaux à l'Université Libre de Bruxelles.
50, avenue F.D. Roosevelt - 1050 Bruxelles.

1. INTRODUCTION

Des recherches antérieures effectuées dans notre laboratoire ont montré qu'il était possible d'étudier les réactions d'isomérisation et de condensation des phénols en phase liquide sous pression.

Dans ces conditions expérimentales, il est possible de saisir plus facilement les étapes initiales des réactions envisagées, étant donné les conditions thermiques douces auxquelles sont soumis les produits étudiés.

Le craquage en phase liquide sous pression nécessite la connaissance de la tension de vapeur et de certaines données thermiques et thermodynamiques dépendant du taux de remplissage du réacteur.

Les données n'existent pas dans la littérature pour de nombreux produits. Seules, des mesures de tension de vapeur en dessous d'une atmosphère sont connues.

Après la détermination de la tension de vapeur et de la dilatation du phénol et des crésols, en fonction du taux de remplissage du réacteur, nous nous sommes proposé d'étudier les trois xylènes et les six xylénols.

En suivant l'évolution de la pression en fonction de la température, pour différents taux de remplissage du réacteur, il est possible de déterminer la tension de vapeur, le coefficient de dilatation, les température et pression critique, ainsi qu'une série de valeurs thermodynamiques dépendant des grandeurs physiques énoncées plus haut.

Ces résultats nous permettront de déterminer les conditions de température et le taux de remplissage où nous pouvons étudier les réactions d'isomérisation et de condensation des xylènes et des xylénols en phase liquide sous pression.

Les courbes obtenues en exprimant la pression en fonction de la température nous permettent de situer la zone de pyrolyse du composé étudié.

L'analyse par chromatographie en phase gazeuse des résidus après essai, nous donne des renseignements sur les étapes initiales de craquage et les types d'isomérisation qui se produisent entre isomères.

Nous pouvons, au départ de ces résultats, donner un ordre de stabilité des isomères étudiés.

2. TRAVAUX ANTERIEURS

Dans un article précédent [1], il a été donné une vue d'ensemble des travaux qui ont été réalisés sur la tension de vapeur des dérivés organiques et plus spécialement sur les dérivés aromatiques et les phénols.

Nous avons signalé, à ce sujet, que très peu de travaux ont été effectués au-delà d'une atmosphère de tension de vapeur [2].

Quelques auteurs [1, 3] ont déterminé la température et la pression critique des crésols et du phénol.

D'après les résultats que nous avons obtenus [1] au laboratoire sur les crésols et le phénol, on peut affirmer que ce type de composés obéit à la loi de Clapeyron-Clausius dans la partie liquide-vapeur du diagramme d'équilibre.

Dans ce travail, nous avons également déterminé pour ces dérivés la chaleur latente de vaporisation et le coefficient de dilatation à différentes températures en modifiant le taux de remplissage du réacteur.

Notre propos est, dans le présent travail, de continuer l'étude de la série des phénols, soit les six xylénols, et d'étendre notre étude aux xylènes.

Les résultats de ces travaux doivent nous permettre de déterminer certains paramètres nécessaires à des travaux ultérieurs.

3. TECHNIQUES EXPERIMENTALES

31. Appareil de mesure de tension de vapeur

L'appareil de mesure de tension de vapeur que nous avons utilisé a déjà fait l'objet d'une description détaillée dans une publication précédente [1].

A titre de rappel, nous reproduisons le schéma de principe de l'appareillage à la figure 1.

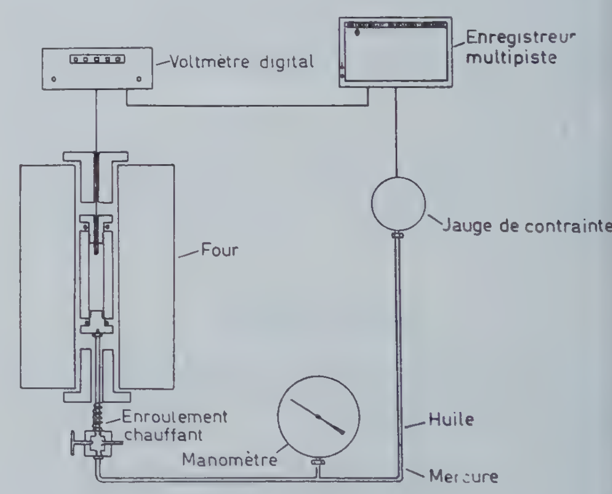


Fig. 1. — Appareil de craquage.

On peut remarquer sur la figure une légère modification dans le système de mesure. Nous avons adopté un manomètre Hitachi à jauge de contrainte, qui permet un enregistrement automatique à l'aide d'un enregistreur Philips PR 8100.

La mesure de température est obtenue au moyen d'un thermocouple chromel-alumel Philips et d'un millivoltmètre digital Infotronik donnant une précision de mesure à plus ou moins 0,01 mV.

La jauge de contrainte Hitachi a été étalonnée par la firme A.C.E.C. au moyen d'un manomètre étalon Texas Instruments.

La précision de cette jauge est de 1 %.

L'autoclave employée est de dimensions plus importantes que les précédentes afin d'avoir un volume plus important de produit nécessaire pour les analyses que nous avons à effectuer.

32. Techniques d'analyse

Au cours de nos essais, nous avons utilisé des produits chromatographiquement purs.

Après chaque mesure de tension de vapeur, le résidu issu de l'autoclave a été soumis à une analyse chromatographique en phase gazeuse.

Cette analyse, d'une part, nous a permis de vérifier si le taux de conversion du produit étudié n'était pas trop important au point de perturber et de fausser les résultats des mesures de tension de vapeur et, d'autre part, lors de la détermination de la température de craquage, elle nous permet de déterminer le type des réactions initiales de dégradation ou d'isomérisation.

On a utilisé au cours de ce travail un fractiomètre Perkin Elmer F 7 muni d'un détecteur à ionisation de flamme. L'analyse est réalisée suivant la méthode décrite précédemment [4].

La colonne est constituée d'ester de célanèse adsorbé sur du chromosorb W. L'analyse est effectuée à 150°C. Nous utilisons le benzaldéhyde comme étalon interne de référence.

Comme nous l'avons signalé dans une publication antérieure [5], la colonne d'analyse employée ne sépare pas certains phénols et ne nous permet pas de mettre en évidence certaines isomérisations des crésols et des xylénols.

Pour résoudre ce problème, nous effectuons une deuxième analyse sur une colonne capillaire de 100 m de longueur et de 0,1 mm de diamètre. La colonne est remplie de polyphényl éther. Ce type de colonne a fait l'objet d'une étude approfondie pour son utilisation dans l'analyse des goudrons et de fractions issues de ceux-ci [6].

Suivant une méthode mise au point dans notre laboratoire [5], nous effectuons la silylation de notre mélange réactionnel de façon à convertir les phénols en leurs dérivés silylés dont les propriétés ébullioscopiques permettent une séparation plus aisée des crésols et des xylénols.

L'analyse est alors obtenue en programmant la température de la colonne de 90 à 190°C a raison de 2,5°C/min.

On obtient une séparation complète des crésols et des xylénols ainsi que des xylènes, comme le montre la figure 2.

4. RESULTATS EXPERIMENTAUX

Les mesures de tension de vapeur et du coefficient de dilatation des trois xylènes et des six xylénols ont été effectuées pour des taux de remplissage du réacteur de 1/2, 2/3 et 3/4 en volume.

Nous avons suivi l'évolution de la pression en fonction de la température dans un domaine compris entre 100 et 500°C pour les différents produits étudiés.

La mesure de la pression est effectuée de 10 en 10°C après stabilisation de la température.

A basse température dans le domaine liquide-vapeur, la durée de stabilisation est d'une heure tant pour les xylènes que pour les xylénols.

A haute pression et haute température, la stabilisation devient très difficile à l'approche de la température du craquage des xylénols. Cette difficulté n'a pas été rencontrée pour les xylènes qui sont nettement plus stables thermodynamiquement que les phénols méthylés.

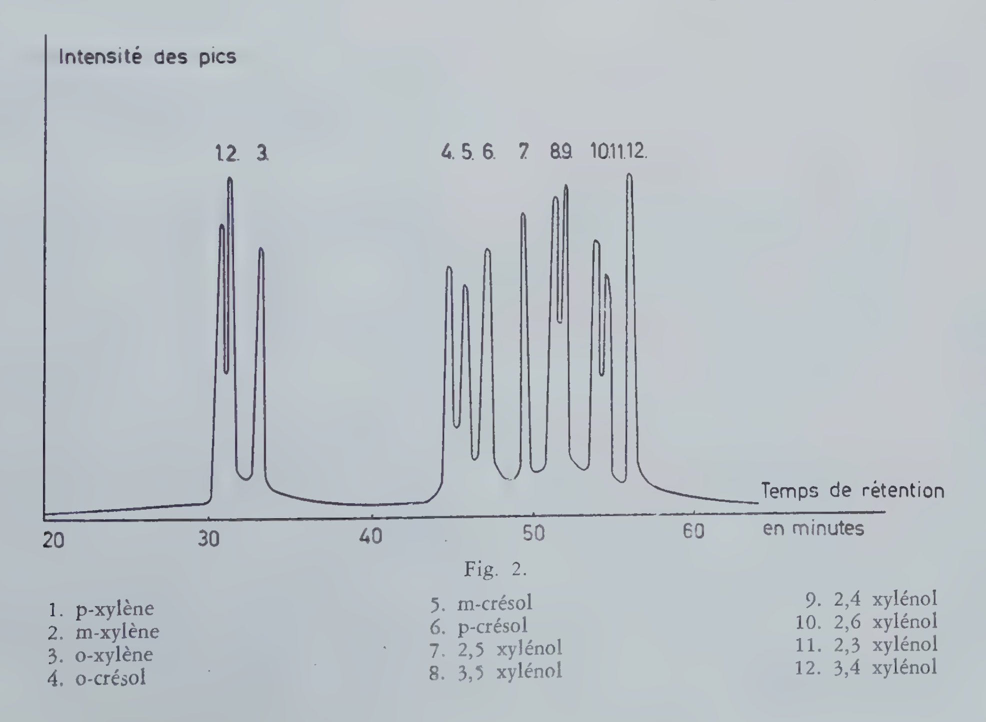


Fig. 2.

1. p-xylène
2. m-xylène
3. o-xylène
4. o-crésol
5. m-crésol
6. p-crésol
7. 2,5 xylénol
8. 3,5 xylénol
9. 2,4 xylénol
10. 2,6 xylénol
11. 2,3 xylénol
12. 3,4 xylénol

41. Mesure de la pression de vapeur des xylènes

La figure 3 nous donne l'évolution de la pression en fonction de la température pour les trois xylènes aux taux de remplissage étudiés.

Les courbes obtenues présentent toutes une même allure. Elles se décomposent en une partie exponentielle qui correspond au domaine de coexistence des phases liquide et vapeur; puis l'on observe une inflexion brusque due au début de la dilatation du liquide remplissant tout le volume du réacteur.

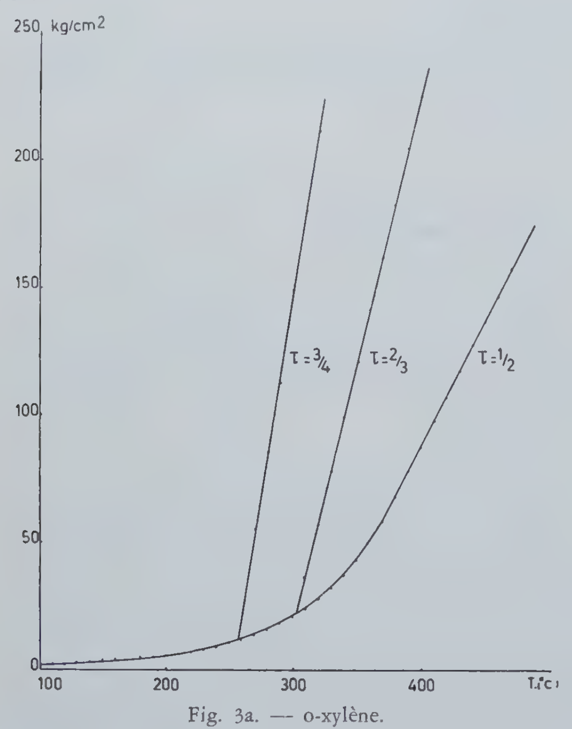


Fig. 3a. — o-xylène.

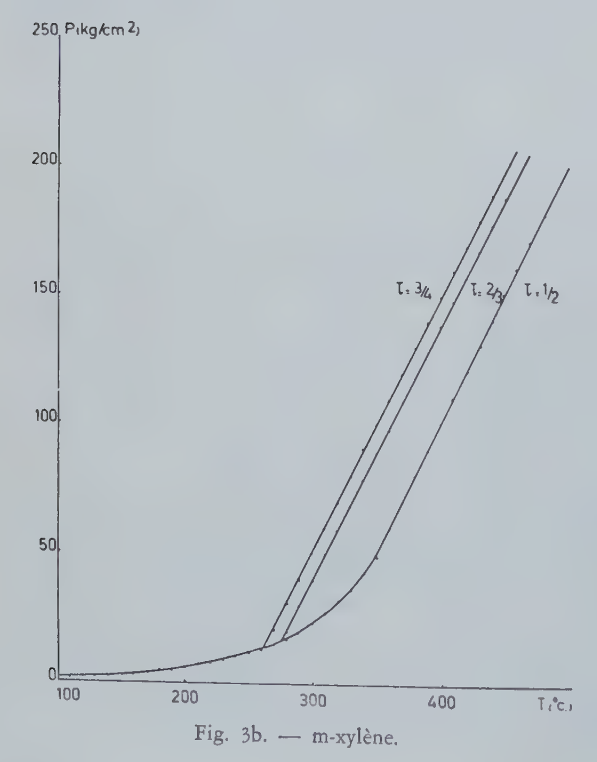


Fig. 3b. — m-xylène.

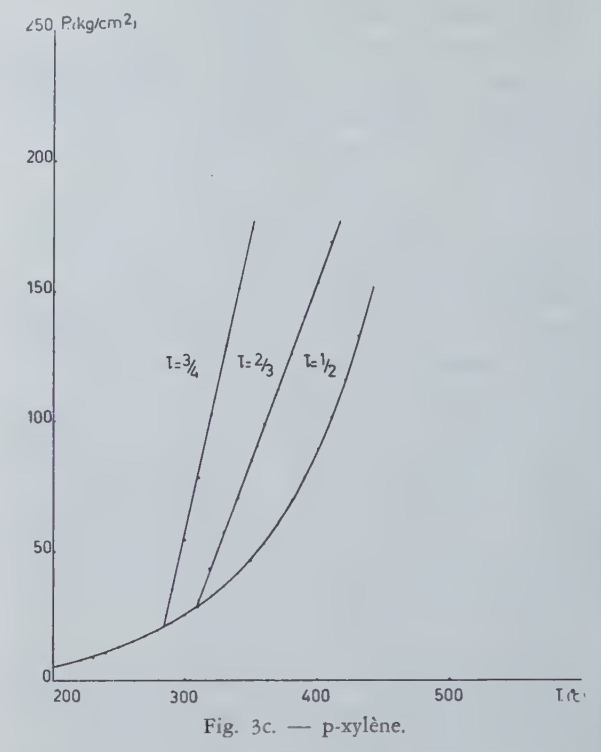


Fig. 3c. — p-xylène.

La deuxième partie de la courbe est linéaire et traduit l'élévation de la pression due à la dilatation du liquide à volume constant.

Des analyses ont été réalisées sur le liquide prélevé au moment de l'inflexion : on n'a pas observé de modification du produit. Une autre analyse a été réalisée en fin d'essai et n'a pas montré de modification du xylène de départ.

Les différentes courbes obtenues expérimentalement nous permettent de calculer un grand nombre de constantes physiques comme nous verrons plus loin au chapitre de la discussion des résultats.

42. Mesure de la pression de vapeur des xylénols

Les mêmes expériences que celles effectuées avec les xylènes ont été réalisées avec les six xylénols.

La figure 4 exprime l'évolution de la pression en fonction de la température. Si l'évolution des courbes aux basses et moyennes pressions est comparable à celle des xylènes, il faut remarquer qu'une troisième portion de courbe apparaît à température élevée. Cette deuxième inflexion, suivie d'un accroissement considérable de pression, correspond au début de craquage du xylénol étudié. Ceci a été montré en effectuant les analyses sur des produits soutirés avant et après la température d'inflexion. On peut constater que ce phénomèe se produit pour le taux de remplissage 2/3 et 1/2 du réacteur; le taux de remplissage 3/4 amènerait cette inflexion à une pression trop élevée et non compatible avec les normes de sécurité de notre autoclave.

Le tableau I mentionne pour chaque xylénol la température de craquage et la pression pour les taux de remplissage cités ci-dessus.

D'une manière tout à fait qualitative, on peut déduire du tableau I que la pression agit fortement sur la température de début de craquage. Etant donné que nous n'avons que deux points expérimentaux (deux taux de remplissage pour lesquels on observe le craquage), d'autres essais seront nécessaires pour porter en graphique l'évolution de la température de craquage en fonction de la pression.

43. Analyse chromatographique du résidu

Après chaque essai de mesure de tension de vapeur, nous avons analysé le résidu par chromatographie en phase gazeuse. Des essais antérieurs nous ont montré que, lors de la première inflexion de la courbe pression en fonction de la température, il n'y a pas de modification du produit de départ.

Lors de la deuxième inflexion, dans le cas des xylénols uniquement, on a constaté que la conversion n'est pas encore importante. Elle est de l'ordre de 5 % environ.

431. Analyse des xylènes après essai

Toutes les analyses effectuées sur les xylènes nous ont montré qu'aucune conversion ne se produit.

Malgré les hautes températures atteintes, aucune isomérisation ne s'est produite dans les conditions expérimentales que nous avons appliquées à ces dérivés.

432. Analyse des xylénols après essai

Comme nous l'avons dit plus haut, on observe une conversion des xylénols. Les essais effectués sur les xylénols ont été prolongés de façon à pouvoir déterminer la deuxième inflexion le plus exactement possible.

Les analyses montrent les conversions plus ou moins importantes suivant la stabilité du produit considéré.

Le tableau II donne le résultat en poids pour cent des analyses effectuées.

2,3 xylénol

A coté de la dégradation par déméthylation qui est relativement importante, on peut noter une isomérisation en 2,5 xylénol. Si la déméthylation conduit au méta-crésol, les conditions thermiques ne permettent pas une conversion importante en phénol. La déshydroxylation est quasiment inexistante comme le montrent les concentrations en xylène.

TABLEAU I. — **Température et pression de début de craquage des xylénols en fonction du taux de remplissage**

Remplissage	2,3 xylénol		2,4 xylénol		2,5 xylénol		2,6 xylénol		3,4 xylénol		3,5 xylénol	
	T. craq.	P. craq.	T. craq.	P. craq.	T. craq.	P. craq.	T. craq.	P. craq.	T. craq.	P. craq.	T. craq.	P. craq.
τ = 1/2	501	113	482	106	491	117	496	110	498	98,5	514	135
τ = 2/3	485	166,5	472	195	453	181	466,5	192	488	204	460	172,5

Les températures sont indiquées en °C, les pressions en kg/cm².

TABLEAU II. — **Composition des résidus après mesure de tension de vapeur des xylénols (en poids %).**

Constituants	2,3 xylénol			2,4 xylénol			2,5 xylénol			2,6 xylénol			3,4 xylénol			3,5 xylénol		
	TR 1/2	TR 2/3	TR 3/4	TR 1/2	TR 2/3	TR 3/4	TR 1/2	TR 2/3	TR 3/4	TR 1/2	TR 2/3	TR 3/4	TR 1/2	TR 2/3	TR 3/4	TR 1/2	TR 2/3	TR 3/4
Benzène	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Toluène	—	—	—	1	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—	1	—	—
m-xylène	1,5	1	—	2	1	—	2	—	—	2	—	—	—	—	—	2	—	—
p-xylène	—	—	—	0,5	—	—	0,5	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
o-xylène	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
Indane	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Indène	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Durène	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Phénol	1	—	—	3,5	1	—	2	—	—	4,5	—	—	—	—	—	—	—	—
o-crésol	1,5	1	—	6	3	—	4,5	—	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—
m-crésol	23,5	17	2	—	—	—	21	1,5	—	2,5	—	—	16,5	12	1	7	—	—
p-crésol	—	—	—	11,5	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,3 xylénol	21,5	22	98	—	—	—	10	1	—	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—
2,4 xylénol	—	—	—	34	45	97	—	—	—	7,5	2	—	—	—	—	1	—	—
2,5 xylénol	15	14	—	—	—	—	27	97,5	100	—	—	—	2,5	2	—	—	—	—
2,6 xylénol	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	79	100	1	—	—	—	—	—
3,4 xylénol	—	—	—	—	—	—	4	—	—	0,5	—	—	57,5	66	97	—	—	—
3,5 xylénol	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	47	94	100
2,4,6 triméthyl phénol.	—	—	—	6	15	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—
2,4,5 triméthyl phénol.	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	6,5	5	1	—	—	—
2,3,5 triméthyl phénol.	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—
Lourds + eau	34	43	—	32,5	19	3	23	—	—	47	0,5	—	14	13	—	39	5	—

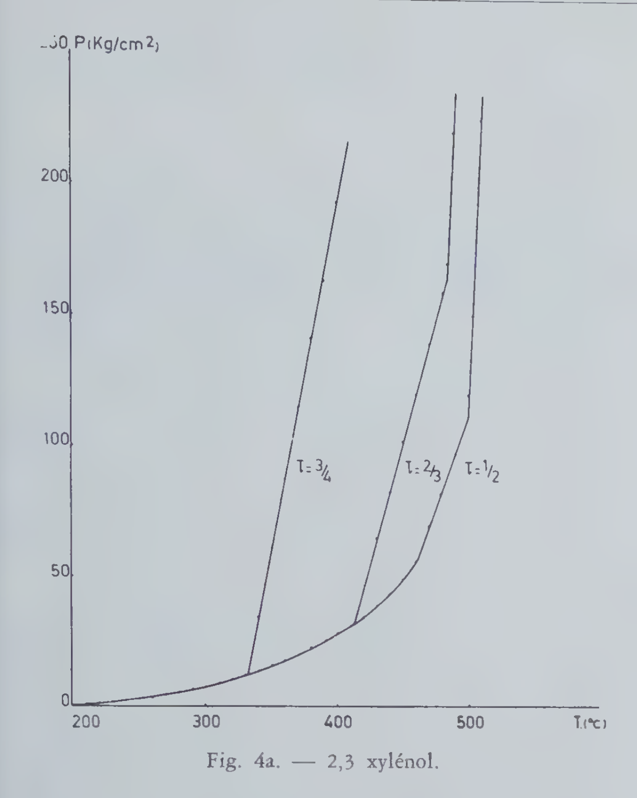


Fig. 4a. — 2,3 xylénol.

On constate qu'il y a une proportion non négligeable de dérivés lourds obtenus par déshydratation. Dans le cas d'une faible conversion (taux de remplissage de 3/4), on voit que l'on obtient du méta-crésol essentiellement.

2,4 xylénol

Comme il fallait s'y attendre, le 2,4 xylénol se convertit en crésol. La déshydroxylation est faible. On forme une quantité équivalente de para-

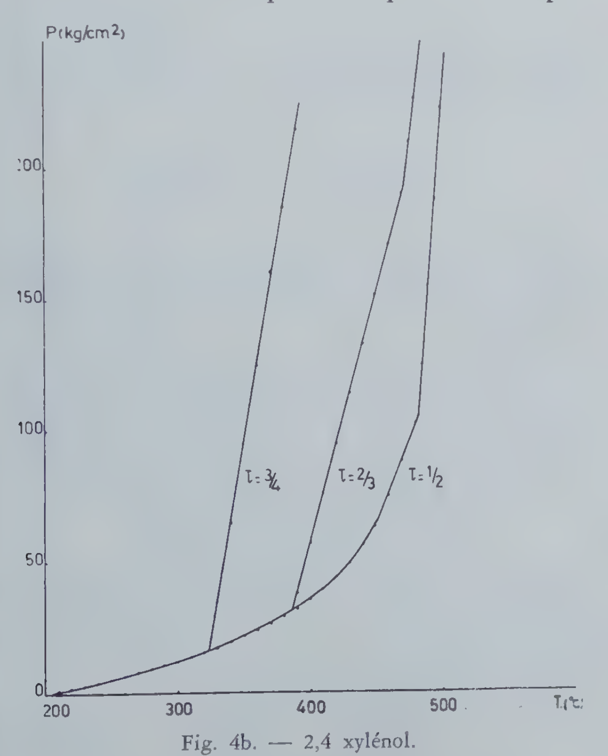


Fig. 4b. — 2,4 xylénol.

crésol et de 2,4,6 triméthyl-phénol. Notons aussi la formation d'ortho-crésol qui est issu de l'isomérisation du para-crésol, comme nous l'avons déjà signalé dans des publications antérieures [7,8].

On assiste, et cela sera valable pour tous les xylénols instables, à la formation de dérivés lourds. Aucune isomérisation n'a cependant été détectée.

2,5 xylénol

La conversion de ce xylénol est moins importante que pour les deux premiers isomères. Cette fois, une isomérisation a été mise en évidence; le 2,5 xylénol s'isomérise en 2,3 et 3,4 xylénol. La déméthylation, quant à elle, se produit principalement en position 2, donnant du méta-crésol, mais on note une déméthylation en position 5

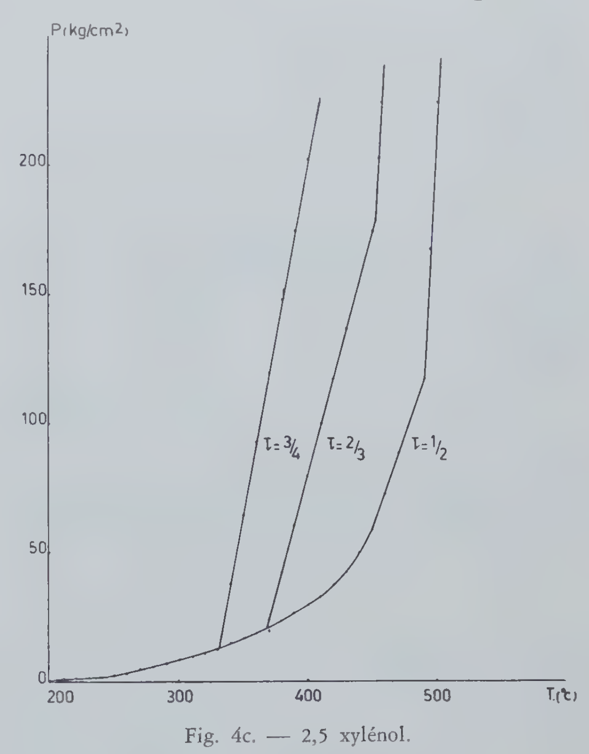


Fig. 4c. — 2,5 xylénol.

conduisant à l'ortho-crésol. A taux de remplissage élevé, on obtient du méta-crésol et du 2,3 xylénol dans des proportions équivalentes.

La formation de dérivés lourds est plus faible dans le cas que nous discutons.

2,6 xylénol

Pour ce xylénol, nous constatons comme pour les autres, une déméthylation qui conduit à la formation d'ortho-crésol pour une bonne part, et de méta-crésol dans une moindre mesure.

Etant donné le haut taux de conversion atteint, on forme plus de phénol issu de la dégradation des crésols. L'isomérisation est présente et conduit aux 2,4 et 3,4 xylénols. Les radicaux méthyles

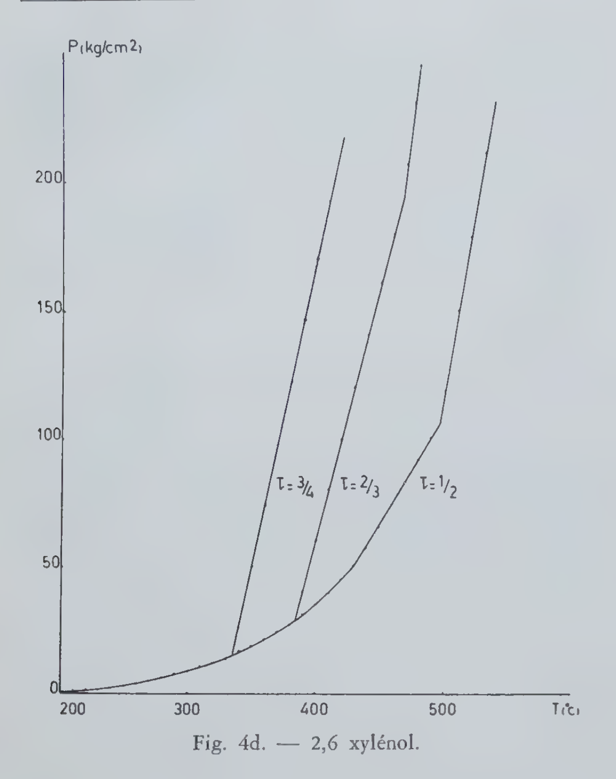


Fig. 4d. — 2,6 xylénol.

réagissent également avec ce xylénol pour former du 2,4,6 triméthyl-phénol. Remarquons la forte proportion de lourds formés au cours de la dégradation.

3,4 xylénol

Ce xylénol est relativement stable et ne conduit pas à des condensations importantes.

La déméthylation a lieu et l'on forme du m-crésol en majorité. Comme cet isomère des crésols

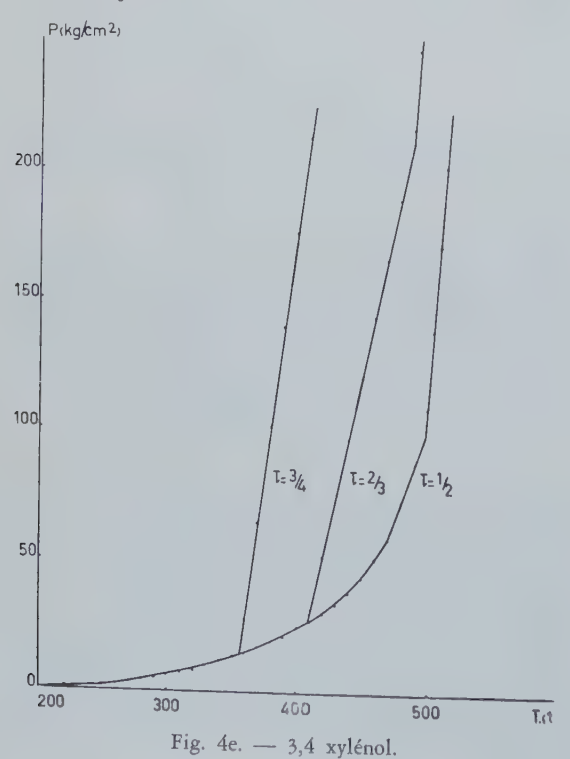


Fig. 4e. — 3,4 xylénol.

est très stable, on n'obtient pas de phénol. Les 2,5 et 2,6 xylénols apparaissent, de même qu'un triméthylphénol.

3,5 xylénol

Cet isomère est le plus stable des xylénols; la formation de méta-crésol se produit, mais en proportion moindre. La déméthylation n'est plus

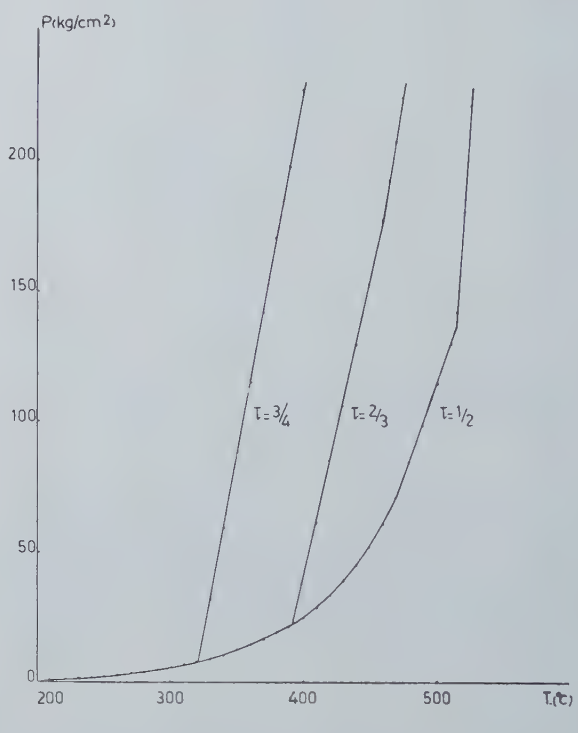


Fig. 4f. — 3,5 xylénol.

négligeable. Il faut noter que le 3,5 xylénol se condense pour former un ou plusieurs dérivés lourds. Cette condensation a d'ailleurs déjà été observée sous pression en phase liquide dans un travail antérieur [1,7].

5. DISCUSSION DES RESULTATS

Dans une première partie, nous déduirons des mesures de tension de vapeur des xylènes et des xylénols, une série de valeurs thermodynamiques et physiques.

Une deuxième partie nous fera envisager les mécanismes primaires qui se produisent lors de l'isomérisation et de la dégradation des xylénols.

51. Détermination de quelques constantes thermodynamiques et physiques des xylènes et des xylénols

Comme il a été dit plus haut, les crésols et, vraisemblablement, les xylénols obéissent à la loi de Clapeyron-Clausius :

$$\frac{d \log_e P}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2} \qquad (1)$$

ou en intégrant :

$$\log P = -\frac{\Delta H}{2,3\ RT} + c \qquad (2)$$

Nous avons porté en graphique le logarithme de la pression de vapeur en fonction de l'inverse de la température (P en kg/cm^2 et T en °K).

Il est alors possible de calculer l'enthalpie de vaporisation et la constante d'intégration dans le domaine de pression et de température envisagé.

Le deuxième tronçon de courbe, linéaire, que nous avons observé en suivant l'évolution de la pression en fonction de la température, va nous permettre de calculer le coefficient de tension x.

En effet :

$$x = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_{V,\xi} \qquad (3)$$

Nous pouvons également déduire la pression interne des différents composés :

$$P_i = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_{V,\xi} - P \qquad (4)$$

où P est la pression de vapeur à la température considérée.

La quantité de chaleur $l_{T,\xi}$ que doit recevoir le système pour que sa température reste constante lorsque l'on augmente le volume d'une unité, se calcule suivant la relation :

$$l_{T,\xi} = T\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_{V,\xi} \qquad (5)$$

La relation (2) peut être écrite sous la forme :

$$\log_e P = \frac{r^0{}_{T,P}}{RT} + \frac{1}{R}\left(\frac{\partial S}{\partial \xi}\right)_{T,P} \qquad (6)$$

On explicite ainsi la valeur de la constante c de la relation de Clapeyron-Clausius. On peut ainsi déduire la chaleur latente de vaporisation.

$$\mathcal{L}_V = T_V\left(\frac{\partial S}{\partial \xi}\right)_{T,P} \qquad (7)$$

Une relation empirique relie la pression interne au coefficient a de l'équation de Van der Waal's. Si l'on remplace a par sa valeur calculée dans cette équation, il est possible d'en déduire b.

Ces deux coefficients nous permettent de calculer, d'une manière approchée, la pression, la température et le volume critiques des xylènes et des xylénols.

$$P_i = \frac{a}{V^2} \qquad (8)$$

où V est le volume spécifique molaire du constituant envisagé.

Le tableau III résume les différentes valeurs trouvées par calcul au départ des courbes expérimentales.

Dans le but de vérifier la précision de notre méthode de travail, nous avons comparé nos valeurs de la température critique avec celle obtenue par Ambrose selon une autre méthode expérimentale. Nous donnons également les valeurs calculées d'après la méthode de Lindersen.

On peut constater que nos valeurs sont en corrélation frappante avec les résultats d'Ambrose. Les valeurs approchées de Lindersen présentent un gros écart par rapport aux valeurs trouvées pour le 2,3; 2,5; 2,6; et 3,5 xylénol.

Par contre, nos résultats sont en bon accord avec ceux de Lyndersen en ce qui concerne les xylènes.

Le coefficient de tension x est assez différent pour les isomères des xylènes. Pour les xylénols, on constate qu'il n'existe pas tellement de différence d'un xylénol à l'autre. Ceci est important pour nos travaux ultérieurs parce qu'ils nous permettent de travailler dans les mêmes conditions de température et de pression. On pourra ainsi comparer les six xylénols.

52. Mécanismes initiaux de dégradation des xylénols

Etant donné que les six xylénols ont subi au cours de nos essais les mêmes traitements thermiques, il est possible de classer, en première approximation, les isomères suivant leur ordre de stabilité thermodynamique :

$$3,5 > 3,4 \geqslant 2,4 > 2,6 \geqslant 2,5 > 2,3$$

Cet ordre de stabilité des xylénols en phase liquide sous pression vient confirmer partiellement les résultats trouvés dans la littérature par plusieurs auteurs qui ont étudié les dérivés en phase gazeuse [9, 10].

Le mécanisme de dégradation des xylénols en phase liquide sous pression se produit par déméthylation et non par déshydroxylation parallèle à la déméthylation comme cela est observé à plus haute température et en phase gazeuse.

Au départ de nos résultats analytiques, nous pouvons proposer le schéma de dégradation thermique suivant :

XYLENOL —($-CH_3$)→ CRESOL —($-CH_3$)→ PHENOL
XYLENOL —($+CH_3$)→ TRIMETHYL-PHENOL
XYLENOL —(n, x)→ LOURDS

Ce schéma général a déjà été proposé en partie en conclusion de travaux effectués dans notre laboratoire.

Le fait de travailler en phase liquide sous pression permet aux radicaux méthyles issus d'une première déméthylation du xylénol de se combiner avec une molécule de xylénol conduisant au triméthylphénol.

TABLEAU III. — **Valeurs thermodynamiques et physiques calculées au départ des mesures de tension de vapeur des xylènes et des xylenols**

Subst.	T_f	T_{eb}	a	b	T_C	P_C	V_C	r_{PT}	c	x	$l_T,\ \xi$	$\left(\frac{\partial S}{\partial \xi}\right)^{o}_{T,P}$	$\left(\frac{\partial S}{\partial \xi}\right)^{Teb}_{T,P}$	$\mathcal{L}_v$	T_c^x	T_c^+	P_i^o	P_i^T
	°C	°C	$\frac{Lit^2\ Atm}{Mole}$	$\frac{Lit}{Mole}$	°C	Atm	Lit	$\frac{Kcal}{Mole}$	—	$\frac{Atm}{°C}$	$\frac{Kcal}{Lit}$	$\frac{cal}{M.°C}$	$\frac{Cal}{M.°C}$	$\frac{Cal}{Mole}$	°C	°C	Atm.	Atm
O-Xylène	— 25	144	35,21	0,202	356	31,95	0,60	7911	9,94	1,99	27,605	17,10	19,68	8206	356,6	—	3.085	1124^{3}
M-Xylène	— 47,4	139	16,43	0,953	350	—	0,53	6971	9,17	0,98	13,611	15,89	18,15	7477	349	—	2.943	524^{3}
P-Xylène	13,14	138	22,83	0,133	347	47,80	0,40	7277	9,44	1,31	18,190	16,54	18,69	7682	347,5	—	3.060	728^{3}
2,3 Xylénol	75	218	40,03	0,200	450	37,06	0,60	9827	10,72	1,79	31,338	—	21,22	10419	442	449,7	3.578	1195^{4}
2,4 Xylénol	26	211	39,38	0,201	435	36,12	0,60	8798	10,19	1,83	32,039	—	20,17	9762	434	434,4	3.629	1176^{4}
2,5 Xylénol	75	242	38,41	0,192	449	38,59	0,58	10983	11,73	1,82	31,863	—	23,22	11958	419	449,9	3.893	1147^{4}
2,6 Xylénol	49	212	41,79	0,215	429	34,53	0,65	10509	11,46	1,94	33,964	—	22,69	11004	434	427,8	3.638	1248^{4}
3,4 Xylénol	62,5	225	48,89	0,242	457	35,68	0,73	11508	11,82	2,18	38,166	—	23,40	11655	457	456,7	3.749	1460^{4}
3,5 Xylénol	68	219	47,89	0,242	442	30,31	0,73	11829	12,19	2,18	38,166	—	24,13	11875	449	442,4	3.697	1430^{4}

T_c^x température critique d'après Lyndersen
T_c^+ température critique d'après Ambrose

A côté de ce mécanisme élémentaire vient se greffer un autre mécanisme tout aussi important qui consiste en la condensation de deux ou plusieurs molécules de xylénol conduisant à des dérivés lourds dont nous avons déjà parlé dans des publications précédentes [7, 8].

Des travaux plus approfondis sont en cours actuellement dans le but de caractériser ces dérivés lourds qui ne sont pas détectés par nos méthodes chromatographiques. Des analyses par chromatographie sur couches minces nous ont montré qu'il existe au moins trois dérivés lourds différents.

53. Isomérisation des xylénols

A côté de la dégradation et de la condensation observées lors du traitement thermique des xylénols, nous avons constaté une isomérisation de certains xylénols.

L'isomérisation non négligeable se produit dans les cas des 2,3, 2,5 et 2,6 xylénols qui sont, par ailleurs, les xylénols les plus instables thermodynamiquement comme nous l'avons montré au paragraphe précédent.

Les trois autres xylénols ne présentent qu'une dégradation et une condensation parallèle.

L'isomérisation observée se produit en général dans le sens du xylénol le plus stable. Notons cependant que l'isomérisation du 2,3 au 2,5 xylénol est réversible.

6. CONCLUSION

L'analyse chromatographique effectuée sur les résidus après essai, en phase liquide sous pression, nous a permis de montrer que les xylènes sont très stables, ne se dégradent ni ne s'isomérisent, malgré les hautes températures atteintes lors de certains essais.

Par contre, les xylénols présentent plusieurs phénomènes intéressants. On assiste dans certains cas à une isomérisation plus ou moins importante suivant la stabilité du xylénol envisagé.

Le 2,3 xylénol s'isomérise assez facilement en 2,5 xylénol et la réaction est réversible. On a pu observer que le 2,6 xylénol s'isomérise en 2,4 xylénol.

Les 2,4, 3,4 et 3,5 xylénols ne présentent pas d'isomérisation.

A côté de l'isomérisation, nous avons pu établir deux schémas réactionnels qui consistent en une dégradation du xylénol en crésol et en une condensation de plusieurs molécules de xylénol. Ces deux types de réaction se produisent parallèlement en phase liquide sous pression.

Remerciements

Qu'il nous soit permis de remercier Monsieur le Professeur Cyprès pour l'intérêt constant qu'il a porté à notre travail. Nous remercions également l'Institut National des Industries Extractives pour l'aide financière qu'il nous a accordée et sans laquellle ce travail n'aurait pu être réalisé.

Notre reconnaissance va à l'Institut Belge des Hautes Pressions qui nous a accueillis dans ses locaux et pour la collaboration qui n'a cessé d'exister entre son personnel scientifique et nous-mêmes.

BIBLIOGRAPHIE

[1] C. Delaunois, An. des Mines de Belgique, **2,** 1 (1967).

[2] D.R. Stull, Ind. Eng. Chem., **39,** 517 (1947).

[3] D. Ambrose, Trans. Faraday Soc., **59,** 1988 (1963).

[4] R. Cyprès et C. Lejeune. An. des Mines de Belgique, **7,** 1091 (1965).

[5] C. Delaunois et B. Bettens, An. des Mines de Belgique, **5,** 649 (1968).

[6] H. Pichler, P. Hennenberger, G. Schwarz, Brennst. Chem., **49,** 175 (1968).

[7] C. Muquardt, Craquage statique en phase liquide sous pression des xylénols. Mémoire présenté en septembre 1970, U.L.B.

[8] C. Delaunois, Comm. XXXIXe Congrès de Chimie Industrielle, sept. 1970, Vol. 2, 7/48.

[9] Wells et Long, Ind. and Eng. Proc. Design Level, **1,** 73 (1962).

[10] J.F. Jelinek, Coll. Czech. Chem. Comm., **28,** 5047 (1963).

La détermination du taux de matières volatiles suivant les anciennes et nouvelles normes belges

De bepaling van het gehalte aan vluchtige bestanddelen volgens de oude en nieuwe Belgische normen

W. DUHAMEAU *

RESUME

L'application de la nouvelle norme belge relative à la détermination du taux de matières volatiles des combustibles solides, conduit à des résultats systématiquement plus faibles que ceux obtenus avec l'ancienne norme.

Deux diagrammes permettent d'obtenir rapidement le taux de matières volatiles correspondant à l'une ou l'autre norme.

INHALTSANGABE

In Belgien ist eine neue Norm für die Bestimmung des Gehaltes flüchtiger Bestandteile von festen Brandstoffen eingeführt worden, die durchweg niedrigere Werte ergibt als die bisherige Art der Bestimmung. Zwei Diagramme gestatten eine rasche wechselseitige Umrechnung der nach dem einen oder anderen Verfahren ermittelten Gehalte.

SAMENVATTING

De toepassing van de nieuwe Belgische norm betreffende de bepaling van het gehalte aan vluchtige bestanddelen van de vaste brandstoffen leidt tot systematisch lagere uitslagen dan die welke met de oude norm worden bereikt.

Twee diagrammen maken het mogelijk snel het gehalte aan vluchtige bestanddelen dat met de ene of de andere norm overeenkomt, te bekomen.

SUMMARY

The application of the new Belgian standard regarding the determination of the volatile matter content in solid fuels leads to systematically lower results than those obtained with the old standard.

Two diagrams make it possible to obtain rapidly the volatile matter content corresponding to either standard.

---

1. Introduction

En septembre 1970, l'Institut Belge de Normalisation a publié trois nouvelles normes relatives à l'analyse immédiate des combustibles minéraux solides [1] [2] [3].

* Ingénieur Technicien, INIEX,
« Bois du Val-Benoît », rue du Chéra, B-4000 Liège.

1. Inleiding

In september 1970 heeft het Belgisch Instituut voor Normalisatie drie nieuwe normen betreffende de onmiddellijke analyse van de vaste minerale brandstoffen [1] [2] [3] gepubliceerd.

* Technisch ingenieur, NIEB,
« Bois du Val-Benoît », Rue du Chéra, B-4000 Luik.

Ces normes, basées sur les recommandations de l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), remplacent les méthodes A B S 56-34 de l'Association Belge de Standardisation [4].

Nous avons montré [5] que l'application de la Recommandation ISO [6] à la détermination du taux de matières volatiles conduit à une réduction systématique du taux de matières volatiles.

Afin de permettre à l'utilisateur d'évaluer les écarts observés, par l'application des anciennes et des nouvelles normes belges, nous avons déterminé l'humidité et le taux de matières volatiles de 45 charbons suivant les méthodes décrites dans ces normes.

2. Principes opératoires

Nous rappelons sommairement le principe des modes opératoires suivis.

21. Humidité

Le mode opératoire de la norme A B S 56-13 prévoit le séchage d'un échantillon de charbon jusqu'à masse constante dans une étuve à air, à une température comprise entre 105 et 110°C.

Parmi les trois méthodes proposées par la norme NBN 831-02, nous avons retenu la méthode gravimétrique sous atmosphère d'azote. Le combustible est chauffé à une température comprise entre 105 et 110°C dans un courant d'azote sec exempt d'oxygène et l'eau entraînée est recueillie dans un absorbeur contenant un produit déshydratant. L'augmentation de masse du tube d'absorption est due à l'humidité du charbon.

22. Taux de matières volatiles

Suivant la méthode A B S 56-13, le charbon est chauffé au double creuset pendant 40 minutes à une température de 1050°C, on détermine la perte de masse de la prise.

La norme NBN 831.01 prévoit le chauffage du charbon dans un simple creuset jusqu'à 900°C, à l'abri de l'air, pendant sept minutes. On détermine la perte de masse de la prise.

3. Expression des résultats

31. Humidité

L'humidité (*a*) est exprimée en pourcent de l'échantillon pour analyse, sec à l'air.

32. Matières volatiles

Pour les deux modes opératoires suivis, la grandeur expérimentale trouvée exprime le taux de

Die normen, gebaseerd op de aanbevelingen van de « Organisation Internationale de Normalisation » (ISO), vervangen de methodes ABS 56.34 van de Belgische Vereniging voor Standaardisatie [4].

Wij hebben aangetoond [5] dat de toepassing van de Aanbeveling ISO [6] voor de bepaling van het gehalte aan vluchtige bestanddelen tot een systematische beperking van het gehalte aan vluchtige bestanddelen leidt.

Om de gebruiker in staat te stellen de waargenomen afwijkingen te evalueren door de toepassing van de oude en van de nieuwe Belgische normen, hebben wij volgens de in die normen beschreven methodes de vochtigheid en het gehalte aan vluchtige bestanddelen van 45 steenkolen bepaald.

2. Werkbeginselen

Wij herinneren in het kort aan het beginsel van de gevolgde werkwijzen.

21. Vochtigheid

De werkwijze van de norm ABS 56.13 bestaat uit het drogen van een kolenmonster tot een constante massa in een luchtdroogoven op een temperatuur van 105 tot 110°C.

Tussen de drie methodes die door de norm NBN 831-02 worden voorgesteld, hebben wij de gravimetrische methode onder stikstofatmosfeer weerhouden. De brandstof wordt verwarmd op een temperatuur van 105 tot 110°C in een droge stikstofstroom, vrijgemaakt van zuurstof, en het meegevoerde water wordt verzameld in een absorptietoestel, dat een ontwaterend produkt bevat. De massaverhoging van de absorptiebuis is aan de vochtigheid van de steenkool te wijten.

22. Gehalte aan vluchtige bestanddelen

Volgens de methode ABS 56.13 wordt de steenkool in een dubbele kroes gedurende 40 minuten op een temperatuur van 1050°C verwarmd; men bepaalt het massaverlies van de dosis.

De norm NBN 831.01 bestaat uit de verwarming van de steenkool in een enkelvoudige kroes tot op 900°C gedurende 7 minuten en zonder kontakt met de lucht. Men bepaalt het massaverlies van de dosis.

3. Formulering van de uitslagen

31. Vochtigheid

De vochtigheid (*a*) wordt uitgedrukt in procent analysemonster, vrij van lucht.

32. Vluchtige bestanddelen

Voor de twee gevolgde werkwijzen drukt de gevonden experimentele grootheid het gehalte

matières volatiles brutes (MV_b), c'est-à-dire humidité comprise, rapporté à 100 g de l'échantillon pour analyse, sec à l'air.

Le taux de matières volatiles rapporté à 100 g de combustible sec se calcule par la formule (1).

$$MV' = \frac{(MV_b - a) \times 100}{100 - a} \qquad (1)$$

4. Discussion des résultats

Sur la base des résultats des 45 charbons expérimentés, on constate que, d'une façon générale, la nouvelle norme N BN 831-01 conduit à des taux de matières volatiles plus faibles.

En ce qui concerne la grandeur MV_b, on a représenté au diagramme de la figure 1, les écarts absolus entre les résultats des deux méthodes. Pour les charbons anthraciteux, l'écart moyen est de 1,4 % ; il diminue progressivement pour s'annuler dans la zone des charbons gras de 28 à 32 % de matières volatiles. Pour les houilles plus jeunes, l'écart a tendance à croître à nouveau.

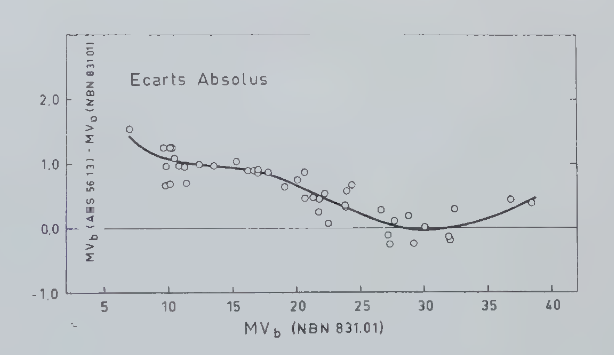


Fig. 1.

Ecarts absolus entre les valeurs de MV_b (NBN 831.01) et de MV_b (ABS 56.13) en fonction du taux de matières volatiles.

Absolute afwijkingen tussen de waarden MV_b (NBN 831.01) en MV_b (ASB 56.13) aan de hand van het gehalte aan vluchtige bestanddelen.

Dans le calcul du taux de matières volatiles rapporté au combustible sec, intervient l'humidité dont la valeur est également tributaire de la méthode de détermination.

Comme le montre le diagramme de la figure 2, l'humidité trouvée par la méthode gravimétrique sous atmosphère d'azote de la norme NBN 831.02, est systématiquement plus élevée que celle déterminée à l'étuve à air chaud. Les écarts se situent à environ 0,15 % pour les charbons compris entre 8 et 22 % d'indice de matières volatiles, puis ils s'accroissent pour atteindre 0,5 % pour les charbons à 35 % de matières volatiles.

Il en résulte que les écarts absolus entre les taux de matières volatiles sur combustible sec diffèrent de ceux observés pour les matières volatiles brutes, bien que l'allure générale de la courbe des écarts soit identique, comme le montre le diagramme de la figure 2. A partir de la

aan bruto vluchtige bestanddelen (MV_b) uit, dat wil zeggen vochtigheid inbegrepen, voor 100 g analysemonster, vrij van lucht.

Het gehalte aan vluchtige bestanddelen voor 100 g droge brandstof wordt berekend door de formule (1).

$$MV' = \frac{(MV_b - a) \times 100}{100 - a} \qquad (1)$$

4. Bespreking van de uitslagen

Op basis van de uitslagen van 45 kolen waarmee proeven werden genomen, stelt men vast dat de nieuwe norm NBN 831-01 over het algemeen tot lagere gehalten aan vluchtige bestanddelen leidt.

Wat de grootheid MV_b betreft, heeft men op het diagram van figuur 1 de absolute afwijkingen tussen de uitslagen van de twee methodes weergegeven. Voor de antracietachtige kolen bedraagt het gemiddeld verschil 1,4 % ; progressief vermindert het om in de zone van de vette steenkolen met 28 à 32 % aan vluchtige bestanddelen te verdwijnen. Voor de jongere kolen heeft het verschil de neiging om opnieuw te stijgen.

Bij de berekening van het gehalte aan vluchtige bestanddelen voor droge brandstof komt de vochtigheid tussen waarvan de waarde eveneens aan de bepalingsmethode onderworpen is.

Zoals het diagram van figuur 2 aantoont, is de vochtigheid, gevonden door de gravimetrische methode onder stikstofatmosfeer van de norm NBN 831.02, systematisch hoger dan die welke met de droogoven met warme lucht wordt bepaald. De afwijkingen zijn voor de steenkolen met 8 à 22% gehalte aan vluchtige bestanddelen rond 0,15 % gelegen, vervolgens groeien zij om voor de steenkolen met 35 % aan vluchtige bestanddelen 0,5 % te bereiken.

Hieruit vloeit voort dat de absolute afwijkingen tussen de gehalten aan vluchtige bestanddelen op droge brandstof verschillen van die welke voor de bruto vluchtige bestanddelen worden waargenomen, alhoewel het algemeen verloop van de kromme identiek is, zoals het diagram van

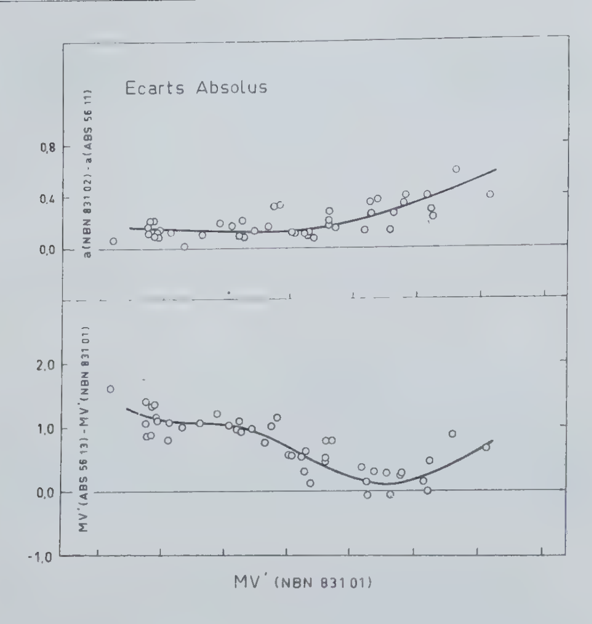


Fig. 2.

En fonction du taux de matières volatiles :
Ecarts absolus entre l'humidité (NBN) et l'humidité (ABS),
Ecarts absolus entre MV' (NBN) et MV' (ABS).

Aan de hand van het gehalte aan vluchtige bestanddelen :
Absolute afwijkingen tussen de vochtigheid (NBN) en de vochtigheid (ABS),
Absolute afwijkingen tussen MV' (NBN) en MV' (ABS).

courbe de ce diagramme, on a relevé les écarts moyens absolus pour les différentes classes commerciales de charbons. Ces écarts sont groupés au tableau I.

figuur 2 aantoont. Uitgaande van de kromme van dat diagram heeft men de gemiddelde absolute afwijkingen voor de verschillende commerciële steenkolenklassen opgenomen. Die afwijkingen worden in tabel I samengebracht.

Tableau I — Tabel I

Ecarts moyens absolus entre les taux de matières volatiles sur combustible sec, déterminés suivant les anciennes et les nouvelles normes belges

Gemiddelde absolute afwijkingen tussen de gehalten aan vluchtige bestanddelen op droge brandstof, bepaald volgens de oude en nieuwe Belgische normen

Classe Klasse	Teneurs en matières volatiles Gehalte aan vluchtige bestanddelen	MV' (ABS) — MV' (NBN) MV' (ABS) — MV' (NBN)
Anthracite Antraciet	< 10 %	1,3 %
anthracite b Antraciet b	10 à 12 %	1,1 %
Maigre Mager	12 à 14 %	1,1 %
1/2 gras 1/2 vet	14 à 18 %	1,0 %
3/4 gras 3/4 vet	18 à 20 %	0,8 %
Gras A Vet A	20 à 28 %	0,7 à 0,1 %
Gras B Vet B	> 28 %	0,1 à 0,7 %

Afin de pouvoir obtenir rapidement le taux de matières volatiles correspondant à celui déterminé par l'une ou l'autre des deux normes, on a porté au diagramme de la figure 3, les variations du taux de matières volatiles brutes suivant la méthode ABS 56.13 en fonction du taux déterminé par la norme NBN 831.01.

Comme exemple d'application, supposons que l'analyse suivant l'ancienne norme ABS 56.13 donne un taux de matières volatiles brutes de 20,0 %. On relève sur la courbe une valeur de 19,3 % pour le taux de matières volatiles suivant la nouvelle norme NBN 831.01. Connaissant l'humidité de cet échantillon pour analyse déterminée par l'une ou l'autre méthode, il suffit d'ap-

Om snel het gehalte aan vluchtige bestanddelen dat overeenkomt met het gehalte dat door de ene of de andere van de twee normen wordt bepaald, te kunnen bekomen, heeft men op het diagram van figuur 3 de variaties van het gehalte van bruto vluchtige bestanddelen volgens de methode ABS 56.13 aan de hand van het gehalte, bepaald door de norm NBN 831.01, aangebracht.

Als praktisch voorbeeld veronderstellen wij dat de ontleding volgens de oude norm ABS 56.13 een gehalte aan bruto vluchtige bestanddelen van 20 % geeft. Men meet op de kromme een waarde van 19,3 % voor het gehalte aan vluchtige bestanddelen volgens de nieuwe norm NBN 831.01. Als men de vochtigheid van dit analysemonster, bepaald door een of andere methode, kent, vol-

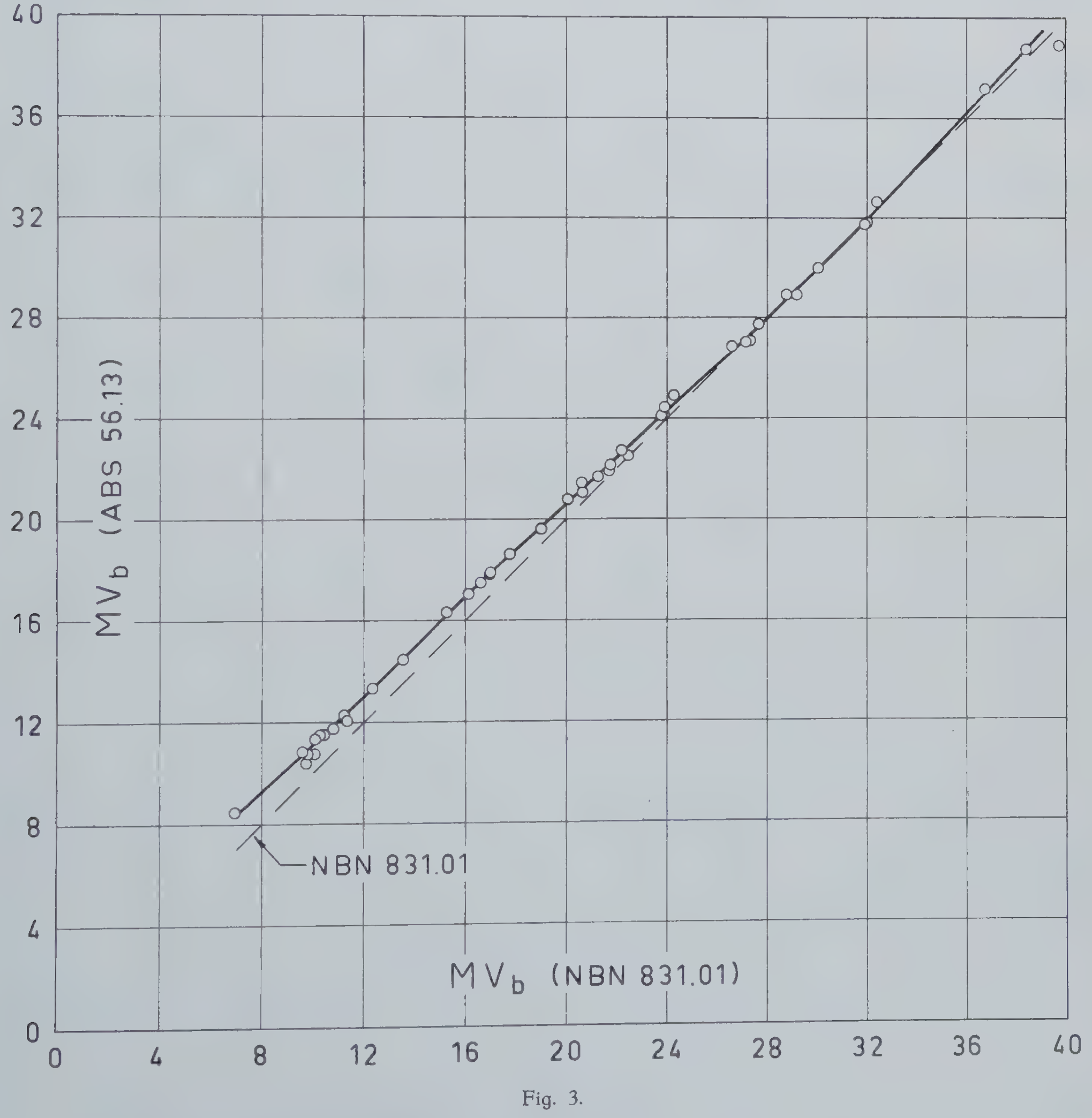


Fig. 3.

Matières volatiles brutes (ABS 56.13) en fonction des matières volatiles brutes (NBN 831.01).

Bruto vluchtige bestanddelen (ABS 56.13) aan de hand van bruto vluchtige bestanddelen (NBN 831.01).

pliquer la formule (1) pour calculer le taux de matières volatiles sur combustible sec.

Au diagramme de la figure 4, on représente le taux de matières volatiles sur combustible sec (MV′) suivant les méthodes ABS en fonction du taux déterminé par les normes NBN.

Ce diagramme permet d'obtenir directement l'indice MV′. Si celui-ci a été déterminé par les anciennes normes ABS, il suffit de relever sur la courbe, le taux correspondant aux nouvelles normes NBN, et réciproquement.

staat het de formule (1) toe te passen om het gehalte aan vluchtige bestanddelen op droge brandstof te berekenen.

Op het diagram van figuur 4 stelt men het gehalte aan vluchtige bestanddelen op droge brandstof (MV') voor volgens de methodes ABS aan de hand van het gehalte, bepaald volgens de normen NBN.

Dat diagram maakt het mogelijk rechtstreeks het gehalte MV′ te bekomen. Indien deze door de oude normen ABS bepaald is, volstaat het op de kromme het gehalte dat met de nieuwe normen NBN overeenkomt, aan te brengen en omgekeerd.

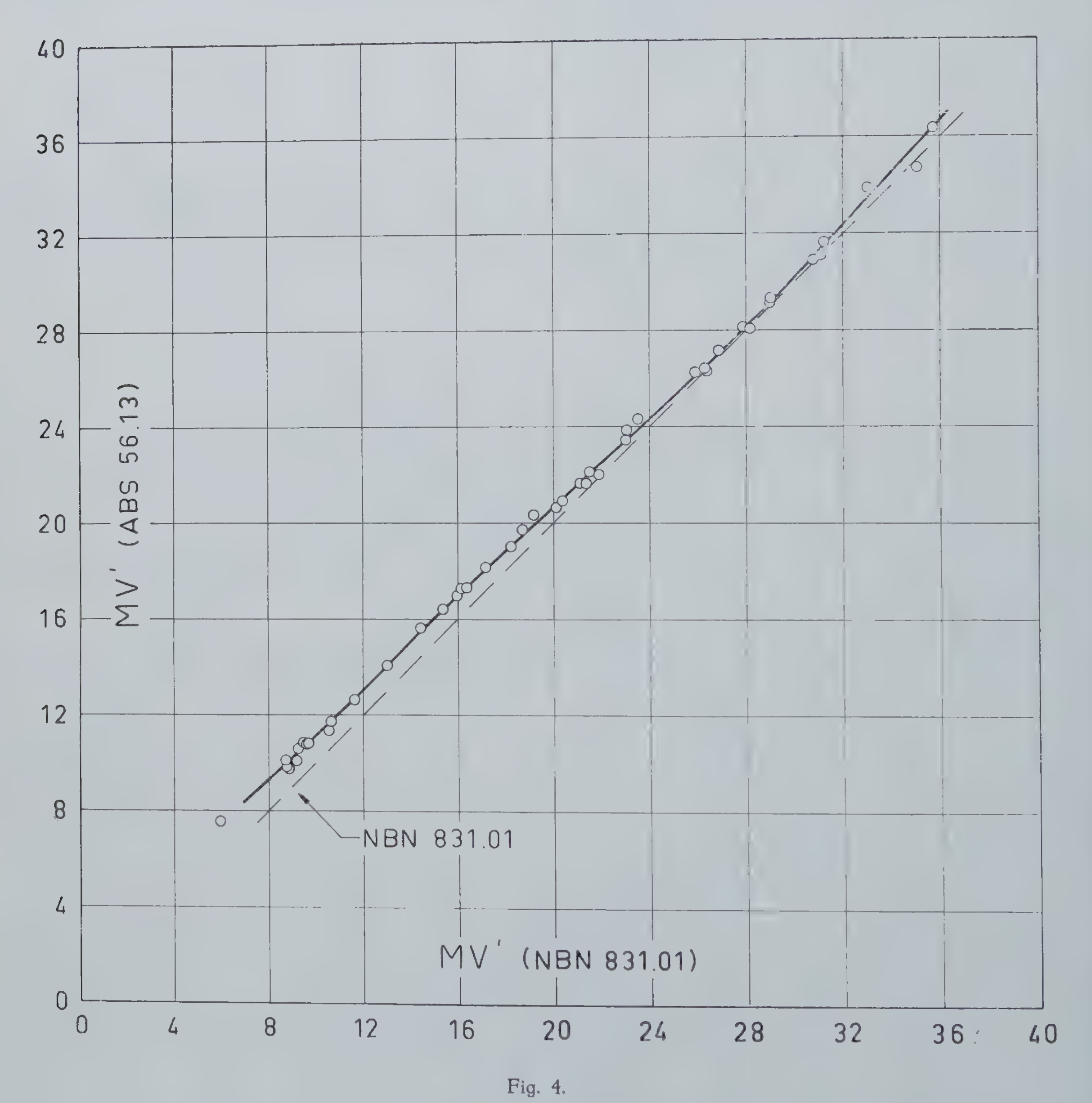


Fig. 4.

Taux de matières volatiles sur combustible sec suivant méthode ABS 56.13, en fonction du taux suivant norme NBN 831.01.

Gehalte aan vluchtige bestanddelen op droge brandstof volgens methode ABS 56.13, aan de hand van het gehalte volgens norm NBN 831.01.

BIBLIOGRAPHIE.

[1] Institut Belge de Normalisation — NBN 831.01. Combustibles minéraux solides. Détermination du taux de matières volatiles, 1970, septembre.

[2] Institut Belge de Normalisation — NBN 831.02. Combustibles minéraux solides. Détermination de l'humidité de l'échantillon pour analyse, 1970, septembre.

[3] Institut Belge de Normalisation — NBN 831.03. Combustibles minéraux solides. Détermination du taux de cendres. 1970, septembre.

[4] Association Belge de Standardisation. Echantillonnage et analyse des charbons. Rapport n° 56, 1934, décembre.

[5] W. Duhameau. Etude comparative de la détermination de l'indice de matières volatiles des charbons suivant différentes normes. Iniex. Bulletin Technique Houille et Dérivés n° 37. 1968, avril.

[6] Organisation Internationale de Normalisation. Recommandation ISO/R 562. Détermination du taux de matières volatiles dans la houille et dans le coke. 1967, mars.

BIBLIOGRAFIE.

[1] Belgisch Instituut voor Normalisatie — NBN 831.01. Vaste minerale brandstoffen. Bepaling van het gehalte aan vluchtige bestanddelen. 1970, september.

[2] Belgisch Instituut voor Normalisatie — NBN 831.02. Vaste minerale brandstoffen. Bepaling van het watergehalte van het analysemonster. 1970, september.

[3] Belgisch Instituut voor Normalisatie — NBN 831.03. Vaste minerale brandstoffen. Bepaling van het asgehalte. 1970, september.

[4] Belgische vereniging voor standaardisatie. Bemonstering en ontleding van de steenkolen. Verslag nr. 56, 1934, december.

[5] W. Duhameau. Vergelijkende studie der bepaling van het gehalte aan vluchtige bestanddelen van steenkolen volgens verschillende normen. Nieb. Technisch Tijdschrift Steenkool en Derivaten, nr. 37, 1968, april.

[6] Organisation Internationale de Normalisation. Aanbeveling ISO/R 562. Bepaling van het gehalte aan vluchtige bestanddelen in de steenkool en in de cokes. 1967, maart.

MINISTERE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

ADMINISTRATION DES MINES

MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

ADMINISTRATIE VAN HET MIJNWEZEN

Statistique sommaire de l'exploitation charbonnière, des cokeries, des fabriques d'agglomérés et aperçu du marché des combustibles solides en 1970

Beknopte statiestiek van de kolenwinning, de cokes- en de agglomeratenfabrieken en overzicht van de markt van de vaste brandstoffen in 1970

INTRODUCTION

Le présent travail donne, en attendant la publication d'éléments plus complets et plus détaillés dans la « Statistique économique des industries extractives et métallurgiques », un aperçu de l'activité et des résutats de l'industrie charbonnière belge, ainsi que de l'activité des cokeries et des fabriques d'agglomérés. Un quatrième chapitre traite du marché des combustibles solides au cours de l'année 1970.

L'attention du lecteur est toutefois attirée sur le fait que certaines des données qui suivent ont encore un caractère provisoire.

Le Directeur Général des Mines,

A. VANDENHEUVEL.

INLEIDING

In afwachting dat vollediger en uitvoeriger gegevens in de « Ekonomische Statistiek van de extraktieve nijverheden en de metaalnijverheid » gepubliceerd worden, geeft deze studie een kijk op de aktiviteit en de uitslagen van de Belgische kolennijverheid en op de aktiviteit van de cokes- en de agglomeratenfabrieken. Een vierde hoofdstuk handelt over de markt van de vaste brandstoffen tijdens het jaar 1970.

De aandacht van de lezer wordt erop gevestigd dat sommige van de hiernavolgende gegevens nog van voorlopige aard zijn.

De Directeur-Generaal der Mijnen,

A. VANDENHEUVEL.

CHAPITRE I

L'INDUSTRIE CHARBONNIERE BELGE

Section I — Production et stocks de houille.

En 1970, la Belgique ne comptait plus que 14 concessions actives de mines de houille exploitées par 24 sièges d'extraction.

La production charbonnière belge, qui depuis 1958 n'a cessé de décroître, a encore diminué durant l'année écoulée, notamment à la suite de la fermeture le 31 octobre 1970 du siège n° 1 de la S.A. des Charbonnages Mambourg, Sacré Madame et Poirier Réunis, dans le bassin de Charleroi. La production de ce siège en 1969 avait été de 164 000 t. D'autre part les grèves qui ont paralysé le bassin de Campine pendant plus d'un mois au début de l'année 1970 et puis à nouveau durant quelques jours en juin ont entraîné une perte de production estimée à 1 100 000 t.

La production des mines de houille belges, qui était en 1957 encore de 29 001 330 tonnes est tombée en 1970 à 11 362 893 tonnes.

Le tableau 1 ci-dessous, qui donne la production nette (1) de houille du Royaume depuis 1957, souligne cette évolution.

HOOFDSTUK I

DE BELGISCHE KOLENNIJVERHEID

Afdeling I — Kolenproduktie en -voorraden.

Einde 1970 waren in België nog slechts 14 kolenmijnkoncessies in bedrijf, die door 24 winningszetels werden ontgonnen.

De Belgische kolenproduktie, die sedert 1958 aan het afnemen is, is in de loop van verleden jaar nog verminderd, o.m. door de sluiting van de zetel nr 1 van de N.V. Charbonnages Mambourg, Sacré Madame et Poirier Réunis, in het bekken van Charleroi op 31 oktober 1970. In 1969 had deze zetel nog 164 000 t kolen voortgebracht. Bovendien is een produktie van naar schatting 1 100 000 ton verloren gegaan door de werkstakingen die gedurende meer dan een maand in het begin van het jaar en nog gedurende enkele dagen in juni het Kempens bekken stilgelegd hebben.

De produktie van de Belgische kolenmijnen, die in 1957 nog 29 001 330 t bedroeg, is in 1970 tot 11 362 893 ton geslonken.

Deze ontwikkeling komt tot uiting in tabel 1, waarin de nettoproduktie (1) van kolen in België sedert 1957 aangeduid is.

TABLEAU 1

EVOLUTION DE LA PRODUCTION NETTE DE HOUILLE DES BASSINS DU SUD, DE LA CAMPINE ET DU ROYAUME DE 1957 A 1970

TABEL 1

ONTWIKKELING VAN DE NETTOPRODUKTIE VAN KOLEN IN DE ZUIDERBEKKENS, DE KEMPEN EN IN HEEL HET RIJK VAN 1957 TOT 1970

ANNEE JAAR	BASSINS DU SUD ZUIDERBEKKENS		CAMPINE - KEMPEN		ROYAUME - RIJK	
	En tonnes Ton	Indice-Index (1957 = 100)	En tonnes Ton	Indice-Index (1957 = 100)	En tonnes Ton	Indice-Index (1957 = 100)
1957	18 670 380	100	10 330 950	100	29 001 330	100
1958	17 089 010	92	9 973 220	97	27 062 230	93
1960	13 084 320	70	9 384 990	91	22 469 310	77
1962	11 397 050	61	9 806 650	95	21 203 700	73
1964	11 164 280	60	10 140 230	98	21 304 510	73
1965	10 079 710	54	9 706 400	94	19 786 110	68
1966	9 009 570	48	8 489 740	82	17 449 310	60
1967	7 588 960	41	8 845 880	86	16 434 840	57
1968	6 321 851	34	8 484 297	82	14 806 148	51
1969	5 185 034	28	8 015 454	78	13 200 488	46
1970	4 267 293	23	7.095 000	69	11 362 893	39

(1) Dans cette production nette, les produits cendreux (mixtes, schlamms, poussiers bruts) sont comptabilisés au moment de leur production et compris dans le total tonne pour tonne.

(1) In deze nettoproduktie zijn de produkten met hoog asgehalte (mixtekolen, kolenslik, ongewassen stofkolen) meegerekend op het ogenblik van de voortbrenging en voor hun volle gewicht in het totaal begrepen.

TABLEAU 2
PRODUCTIONS MENSUELLE ET ANNUELLE
DE HOUILLE PAR BASSIN
ET POUR LE ROYAUME

1.000 t

TABEL 2
MAANDELIJKSE EN JAARLIJKSE STEENKOLEN-PRODUKTIE IN DE VERSCHILLENDE BEKKENS
EN IN HET RIJK

1.000 t

MOIS	MAAND	Hainaut Henegouwen	Liège Luik	Sud Zuiden	Campine Kempen	Royaume Het Rijk
I		287,3	111,1	398,4	78,3	476,7
II		272,2	116,2	388,4	347,2	735.6
III		283,8	125,9	409,7	729,7	1 139.4
IV		293,0	121,4	414,4	775,5	1 189.9
V		236,8	104,2	341,0	582,8	923,8
VI		270,9	121,0	391,9	604,7	996,6
VII		156,6	46,1	202,7	600,1	802,8
VIII		201,2	99,2	300,4	614,7	915,1
IX		243,5	109,1	352,6	667,3	1 019,9
X		250,2	126,1	376,3	707,7	1 084,0
XI		225,8	105,1	330,9	701,6	1 032,5
XII		246,1	114,5	360,6	685,4	1 046,0
Tot. des relevés mensuels 1970 (Production en 1970)	Tot. v. d. maand. cijfers in 1970 (Produktie in 1970)	2 967,4	1 299,9	4 267,3	7 045,0	11 362,3
Pourcentage de la production du Royaume	Percentage van de produktie van het Rijk	26,1	11,5	37,6 %	62,4 %	100 %

Le tableau 2 donne les productions mensuelles par bassin et pour le Royaume ainsi que la production annuelle totale. Les bassins du Centre et du Borinage ne comptant plus désormais ensemble que trois sièges d'exploitation en activité, dont l'un doit être fermé en 1971, l'Administration des Mines ne publiera plus, à partir de 1970, de données séparées pour ces deux bassins. Seuls les chiffres relatifs à l'ensemble des bassins du Hainaut figureront désormais dans ses statistiques.

La comparaison de ces chiffres à ceux de 1969 (tableau 3), montre que la production du bassin de Campine a diminué en 1970 de 920 000 tonnes. L'augmentation du rendement fond et surface de 1 822 à 1 966 kg n'a pu compenser qu'une faible part de la perte de production due aux arrêts de travail prolongés du début de l'année.

Dans les bassins du Sud la production a encore diminué de 918 000 tonnes. L'augmentation des rendements y a été beaucoup moins sensible : le rendement fond et surface n'a augmenté que de 32 kg, passant de 1 188 en 1969 à 1 220 kg en 1970.

In tabel 2 is de produktie van ieder bekken en van heel het Rijk per maand en voor heel het jaar aangeduid. Van 1970 af zal de Administratie van het Mijnwezen geen afzonderlijke cijfers meer publiceren over het Centrum en de Borinage, omdat in deze twee bekkens samen maar drie zetels meer in bedrijf zijn, waarvan er in 1971 nog een zal gesloten worden. Voortaan zullen in haar statistieken nog enkel cijfers verstrekt worden over al de bekkens van Henegouwen samen.

Als we deze cijfers met die van 1969 vergelijken (tabel 3), zien we dat de produktie in de Kempen in 1970 met 920 000 ton afgenomen is. De stijging van het rendement ondergrond en bovengrond samen van 1 822 tot 1 966 kg heeft de tijdens de langdurige werkstaking in het begin van het jaar verloren produktie slechts gedeeltelijk kunnen goedmaken.

In de mijnen van de Zuiderbekkens is de produktie nog met 918 000 ton afgenomen. Het rendement is er veel minder toegenomen. Voor de ondergrond en de bovengrond samen bedroeg de stijging slechts 32 kg, nl. van 1 188 kg in 1969 tot 1 220 kg in 1970.

TABLEAU 3 — TABEL 3

COMPARAISON DES PRODUCTIONS ANNUELLES EN 1969 ET 1970

VERGELIJKING TUSSEN DE PRODUKTIE VAN 1969 EN DIE VAN 1970

1 000 t

BASSINS	BEKKENS	Production de 1969 / Produktie in 1969	Production de 1970 / Produktie in 1970	Différence / Verschil	%
Hainaut	Henegouwen	3 755	2 967	— 788	— 21,0
Liège	Luik	1 430	1 300	— 130	— 9,0
Sud	Zuiderbekkens	5 185	4 267	— 918	— 17,7
Campine	Kempen	8 015	7 095	— 920	— 11,5
Royaume	Het Rijk	13 200	11 362	— 1 838	— 13,9

TABLEAU 4 — TABEL 4

EVOLUTION MENSUELLE DES STOCKS DE HOUILLE

DE STEENKOLENVOORRADEN PER MAAND AANGEDUID

DATE / DATUM	Hainaut / Henegouwen	Liège / Luik	Sud / Zuiden	Campine / Kempen	**Royaume / Het Rijk**	Mouvement du mois / Maandelijks verschil
1970						
1 - I	154,7	64,5	219,2	411,5	630,7	—
31 - I	123,6	57,9	181,5	372,4	553,9	— 76,8
28 - II . . .	111,7	61,2	172,9	338,6	511,5	— 42,4
31 - III . . .	108,0	56,9	164,9	348,9	513,8	+ 2,3
30 - IV . . .	97,9	54,1	152,0	332,4	484,4	— 29,4
31 - V . . .	92,7	52,6	145,3	269,6	414,9	— 69,5
30 - VI . . .	90,5	48,9	139,4	204,9	344,3	— 70,6
31 - VII . . .	84,8	40,0	124,8	164,1	288,9	— 55,4
31 - VIII . . .	85,4	36,8	122,2	142,7	264,9	— 24,0
30 - IX . . .	83,4	37,4	120,8	117,0	237,8	— 27,1
31 - X . . .	75,7	47,9	123,6	113,3	236,9	— 0,9
30 - XI . . .	70,5	51,6	122,1	95,1	217,2	— 19,7
31 - XII . . .	73,7	58,1	131,8	83,1	214,9	— 2,3
Mouv. de l'année. Verschil op 31 december .	— 81,0	— 6,4	— 87,4	— 328,4	— 415,8	—

La diminution des stocks sur le carreau des mines a été presque continue mais s'est nettement ralentie en fin d'exercice.

Pour l'année, la reprise aux stocks s'est élevée à 415 800 tonnes soit près des deux tiers du stock total au 1er janvier 1970 (65,9 %).

Le stock au 31 décembre 1969 ne correspondait plus qu'à 4,7 jours de production au rythme moyen de 1970, avec un minimum de 2,5 jours dans le bassin de Campine.

De kolenvoorraden op de mijnen zijn in de loop van 1970 bijna voortdurend verminderd, maar het minst op het einde van het jaar.

Voor heel het jaar bedraagt de vermindering 415 800 ton, d.i. haast twee derde (65,9) van de totale voorraad op 1 januari 1970.

Op 31 december 1970 stemde de voorraad overeen met de produktie van nog slechts 4,7 dagen tegen het gemiddelde tempo van 1970 ; het minimum bedroeg 2,5 dagen in de Kempen.

TABLEAU 5

EQUIVALENT DES STOCKS EN JOURNEES DE PRODUCTION AU 31 DECEMBRE DE 1966, 1967, 1968, 1969 ET 1970

TABEL 5

DE VOORRADEN OP 31 DECEMBER 1966, 1967, 1968, 1969 EN 1970 IN PRODUKTIEDAGEN UITGEDRUKT

jours — dagen

BASSINS	BEKKENS	1966	1967	1968	1969	1970
Hainaut	Henegouwen	41,1	42,5	24,3	10,0	6,0
Liège	Luik	44,7	42,2	27,7	10,6	10,1
Sud	Zuiden	42,0	42,5	25,2	10,2	7,3
Campine	Kempen	40,1	36,5	31,2	12,5	2,5
Royaume	*Het Rijk*	41,2	38,2	28,5	11,5	4,7

Section II — La productivité.

La productivité, facteur primordial des résultats d'exploitation des houillères, peut être analysée, en première approximation, en calculant la production de houille réalisée en moyenne par chaque ouvrier pendant un poste de travail.

Toutefois, étant donné la durée différente des postes de travail dans les bassins du Sud et dans celui de Campine, les rendements, c'est-à-dire les productions par poste de ces bassins, ne peuvent pas être comparés directement entre eux.

Le tableau 6 donne pour les années 1969 et 1970, dans les différents bassins, les rendements obtenus par les ouvriers de la taille, par ceux du fond et par ceux du fond et de la surface réunis.

Le rendement moyen par poste réel n'a pas été calculé pour le Royaume : la durée différente des postes de travail dans les deux grandes régions du pays lui enlevait beaucoup de sa signification.

Ce tableau montre que le rendement des ouvriers du fond en 1970 est en faible augmentation dans les bassins du Sud et en hausse marquée dans le bassin de Campine.

Les variations enregistrées pour le rendement fond et surface sont de :

+ 32 kgs pour les bassins du Sud,
+ 144 kgs pour le bassin de la Campine.

Encore l'amélioration n'est-elle pas générale dans les bassins du Sud ; s'il a progressé notablement dans le bassin de Liège, où il était jusqu'en 1969, particulièrement bas, il a, au contraire quelque peu regressé dans les bassins du Hainaut, de sorte que le premier a pratiquement rejoint les seconds.

Afdeling II — Produktiviteit.

De produktiviteit, een zeer belangrijke faktor voor de bedrijfsuitslagen van de kolenmijnen, kan men in de eerste plaats bepalen door de gemiddelde hoeveelheid kolen gedurende een arbeidsdienst door een arbeider voortgebracht te berekenen.

Maar wegens de ongelijke duur van een arbeidsdienst in de Kempen en in de Zuiderbekkens, kunnen de rendementen, d.w.z. de per dienst voortgebrachte hoeveelheden, van die bekkens niet rechtstreeks met elkaar vergeleken worden.

In tabel 6 zijn de rendementen van de pijlerarbeiders, de ondergrondse arbeiders en de ondergrondse en de bovengrondse arbeiders samen in de verschillende bekkens voor de jaren 1969 en 1970 aangeduid.

Het gemiddel rendement per werkelijke arbeidsdienst wordt voor heel het Rijk niet meer berekend, omdat het door het bestaan van arbeidsdiensten van ongelijke duur in de twee grote mijnstreken van het land veel van zijn betekenis verloren heeft.

Uit deze tabel blijkt dat het rendement van de ondergrondse arbeiders in 1970 licht gestegen is in de Zuiderbekkens en tamelijk veel in de Kempen.

Het rendement ondergrond en bovengrond samen is als volgt toegenomen :

+ 32 kg in de Zuiderbekkens,
+ 144 kg in het Kempens bekken.

In de Zuiderbekkens is de stijging bovendien niet algemeen ; in het bekken van Luik, waar het rendement tot in 1969 bijzonder laag was, is het nu merkelijk toegenomen, maar in de bekkens van Henegouwen is het licht gedaald, zodat het eerstgenoemde bekken de laatste praktisch ingelopen heeft.

TABLEAU 6
RENDEMENTS MOYENS
DANS LES DIFFERENTS BASSINS

kg/poste

TABEL 6
GEMIDDELDE RENDEMENTEN
IN DE VERSCHILLENDE BEKKENS

kg/dienst

BASSINS	BEKKENS	Ouvriers de la taille (y compris maîtrise et surveillance) Pijlerarbeiders (inbegrepen meester- en toezichtspersoneel)		Ouvriers du fond (y comprise maîtrise et surveillance) Ondergrondse arbeiders (inbegrepen meester- en toezichtspersoneel)		Ouvriers du fond et de la surface réunis (y compris maîtrise et surveillance) Ondergrondse en bovengrondse arbeiders samen (inbegrepen meester- en toezichtspersoneel)	
		1969	*1970*	*1969*	*1970*	*1969*	*1970*
Hainaut	Henegouwen	4 378	4 347	1 846	1 831	1 245	1 218
Liège	Luik	3 610	4 078	1 519	1 767	1 059	1 226
Sud	Zuiderbekkens	4 136	4 261	1 743	1 811	1 188	1 220
Campine	Kempen	8 095	9 116	2 447	2 710	1 822	1 966

Un autre moyen de mesurer la productivité du travail est de calculer *les indices* de productivité, définis comme le nombre de postes de travail nécessaires pour produire 100 tonnes de houille.

Ici encore, les postes de travail dont il est question sont des postes réels, d'une durée de 8 h pour les ouvriers du fond et de 8 h 15 pour ceux de la surface dans le Sud, de 8 h 15 et de 8 h 30 respectivement au fond et à la surface en Campine. Pour les ouvriers du fond cette durée s'entend en Belgique descente et remonte comprises.

Les tableaux 7.1 et 7.2 donnent, respectivement pour l'ensemble des bassins du Sud et pour le bassin de Campine, les indices taille, fond et surface séparément, exprimés en postes réels, dont la durée est précisée en tête de chaque colonne.

Le tableau 7.3 donne en outre, à titre indicatif, pour le Royaume les mêmes indices *exprimés en postes de 8 h*. Les chiffres de ce dernier tableau ne sont donc directement comparables ni à ceux du tableau 7.1, ni à ceux du tableau 7.2. Ils n'ont qu'une valeur indicative car les 15 ou 30 minutes de différence entre la durée du poste réel et la durée d'un poste fictif de 8 h constituent un temps de travail effectif qui n'est pas affecté par les temps morts compris dans le poste réel (descente, remonte, trajets au fond, repas, etc.) de sorte que l'efficacité d'un poste réel de 8 h 15 ou de 8 h 30 est supérieure au produit de celle d'un poste réel de 8 h par 8,25/8 ou 8,50/8.

L'examen du tableau 7.1 montre que pour les bassins du Sud tous les indices de productivité du fond ont diminué (1) mais que pour la surface l'indice en baisse

(1) Sauf celui des « autres ouvriers du fond » en juillet, en raison de l'incidence des travaux d'entretien effectués à la faveur des congés payés.

Een ander middel om de arbeidsproduktiviteit te meten bestaat in het berekenen van de produktiviteits-*indicies* d.i. het aantal arbeidsdiensten die nodig zijn om 100 ton kolen voort te brengen.

Ook hier gaat het over arbeidsdiensten van werkelijke duur, d.w.z. 8 uren voor de ondergrondse en 8 uren 15 minuten voor de bovengrondse arbeiders in de Zuiderbekkens en van 8 uren 15 minuten en 8 uren 30 minuten onderscheidenlijk in de ondergrond en op de bovengrond in de Kempen. In België is de tijd voor het afdalen en het opstijgen van ondergrondse arbeiders in deze tijden begrepen.

In de tabellen 7.1 en 7.2 zijn, onderscheidenlijk voor al de zuiderbekkens samen en voor de Kempen, de pijler-, de ondergrondse en de bovengrondse indicies aangeduid in werkelijke diensten, waarvan de duur boven de kolommen vermeld is.

In tabel 7.3 zijn die indicies bovendien voor heel het Rijk in diensten van 8 uren omgerekend. De cijfers van deze tabel kunnen niet rechtstreeks met die van tabel 7.1, noch met die van tabel 7.2 vergeleken worden. Zij zijn slechts een aanwijzing, want de 15 of 30 minuten verschil tussen de duur van de werkelijke dienst en die van een fictieve dienst van 8 uren zijn eigenlijke arbeidstijd zonder verlies voor de verlettijden die in de werkelijke dienst begrepen zijn (afdalen, opstijgen, ondergronds traject, schafttijd, enz.), zodat het nuttig effect van een werkelijke dienst van 8 uren 15 of van 8 uren 30 minuten groter is dan dat van een werkelijke dienst van 8 uren vermenigvuldigd met 8,25/8 of 8,50/8.

Uit tabel 7.1 blijkt dat in de zuiderbekkend al de produktiviteitsindicies in de ondergrond gedeeld zijn (1) en dat de indicie op de bovengrond in de eerste helft

(1) Behalve die van de « andere ondergrondse arbeiders » in juli, wegens de in de vakantieperiode verrichte onderhoudswerken.

au cours du premier semestre a dépassé sensiblement la moyenne de 1969 à partir des congés payés de juillet et jusqu'en novembre.

En Campine (tableau 7.2) les indices de janvier présentent une grave anomalie en raison de la grève qui a paralysé progressivement ce bassin dès le début du mois et jusqu'à la mi-février. Dès le mois de mars, tous les indices y sont revenus notablement en dessous de la moyenne de l'année précédente, surtout au fond, à l'exception des indices « surface » d'août et de septembre.

van het jaar wel gedaald is, maar vanaf de julivakantie tot in november merkelijk boven het gemiddelde van 1969 lag.

In de Kempen (tabel 7.2) springen de indicies van januari fel uit de toon wegens de werkstaking die dat bekken van begin januari tot half februari geleidelijk stilgelegd heeft. Van maart af zijn al de indicies er merkelijk beneden het gemiddelde van het jaar te voren gedaald, vooral in de ondergrond, behalve de indicies « bovengrond » van augustus en september.

TABLEAU 7.1

EVOLUTION DES INDICES DE PRODUCTIVITE DE 1970 PAR RAPPORT A L'INDICE MOYEN DE 1969 DANS LES BASSINS DU SUD, EN CAMPINE ET DANS LE ROYAUME

NOMBRE DE POSTES DE TRAVAIL PRESTES PAR 100 TONNES NETTES DE HOUILLE EXTRAITE

TABEL 7.1

ONTWIKKELING VAN DE PRODUKTIVITEITS-INDICIES VAN 1970 IN VERGELIJKING MET DE GEMIDDELDE INDICIES VAN 1969 IN DE ZUIDERBEKKENS, IN DE KEMPEN EN IN HET RIJK

AANTAL ARBEIDSDIENSTEN VOOR EEN NETTOPRODUKTIE VAN 100 T

1970 SUD — ZUIDERBEKKENS 1970

MOIS / MAANDEN	Ouvriers de la taille (postes de 8 h) / Pijlerarbeiders (8 u diensten) (1)		Autres ouvriers du fond (postes de 8 h) / Andere ondergrondse arbeiders (8 u diensten) (2)		Tous ouvriers du fond (postes de 8 h) / Alle ondergrondse arbeiders (8 u diensten) (3) = (1) + (2)		Ouvriers de la surface (postes de 8 h 15) / Bovengrondse arbeiders (diensten van 8 u 15 m) (4)		Tous ouvriers fond et surface (postes réels) / Alle arbeiders onder- en bovengrond (werkelijke diensten) (5) = (3) + (4)	
	Indice / Indicie	Gain — ou perte + / Winst — of verlies +	Indice / Indicie	Gain — ou perte + / Winst — of verlies +	Indice / Indicie	Gain — ou perte + / Winst — of verlies +	Indice / Indicie	Gain — ou perte + / Winst — of verlies +	Indice / Indicie	Gain — ou perte + / Winst — of verlies +
I	23,33	— 0,85	30,89	— 2,40	54,22	— 3,25	24,67	— 2,07	78,89	— 5,32
II	23,05	— 1,13	31,20	— 2,09	54,25	— 3,22	24,71	— 2,03	78,96	— 5,25
III	23,45	— 0,73	31,38	— 1,91	54,83	— 2,64	24,85	— 1,89	79,68	— 4,53
IV	23,71	— 0,47	31,57	— 1,72	55,28	— 2,19	25,23	— 1,51	80,51	— 3,70
V	23,55	— 0,63	32,01	— 1,28	55,56	— 1,91	26,08	— 0,66	81,64	— 2,57
VI	23,80	— 0,38	31,73	— 1,56	55,53	— 1,94	26,27	— 0,47	81,80	— 2,41
VII	23,01	— 1,17	33,91	+ 0,62	56,92	— 0,55	32,68	+ 5,94	89,60	+ 5,39
VIII	24,07	— 0,11	33,21	— 0,08	57,28	— 0,19	30,91	+ 4,17	88,19	+ 3,98
IX	23,52	— 0,66	31,89	— 1,40	55,41	— 2,06	28,29	+ 1,55	83,70	— 0,51
X	23,46	— 0,72	31,41	— 1,88	54,87	— 2,60	26,92	+ 0,18	81,79	— 2,42
XI	23,57	— 0,61	32,49	— 0,80	56,06	— 1,41	27,24	+ 0,50	83,30	— 0,91
XII	22,99	— 1,19	31,69	— 1,60	54,68	— 2,79	26,43	— 0,31	81,11	— 3,10
Moyenne annuelle 1970 / Jaargemiddelde 1970	23,47	— 0,71	31,82	— 1,47	55,29	— 2,18	26,67	— 0,07	81,96	— 2,25
Moyenne annuelle 1969 / Jaargemiddelde 1969	24,18		33,29		57,47		26,74		84,21	

TABLEAU 7.2 — TABEL 7.2

1970 CAMPINE — KEMPEN 1970

MOIS / MAAND	Ouvriers de la taille (postes de 8 h 15) / Pijler-arbeiders (diensten van 8 u 15) (1)		Autres ouvriers du fond (postes de 8 h 15) / Andere ondergrondse arbeiders (diensten van 8 u 15) (2)		Tous ouvriers fond (postes de 8 h 15) / Alle ondergrondse arbeiders (diensten van 8 u 15) (3) = (1) + (2)		Ouvriers de la surface (postes de 8 h 30) / Bovengrondse arbeiders (diensten van 8 u 30) (4)		Tous ouvriers fond et surface (postes réels) / Alle arbeiders onder- en bovengrond (werkelijke diensten) (5) = (3) + (4)	
	Indice / Indicie	Gain — ou perte + / Winst — of verlies +	Indice / Indicie	Gain — ou perte + / Winst — of verlies +	Indice / Indicie	Gain — ou perte + / Winst — of verlies +	Indice / Indicie	Gain — ou perte + / Winst — of verlies +	Indice / Indicie	Gain — ou perte + / Winst — of verlies +
I	18,57	+ 6,22	43,74	+ 15,23	62,31	+ 21,45	36,27	+ 22,23	98,58	+ 43,68
II	13,85	+ 1,50	29,27	+ 0,76	43,12	+ 2,26	17,31	+ 3,27	60,43	+ 5,53
III	11,51	— 0,84	25,55	— 2,96	37,06	— 3,80	13,18	— 0,86	50,24	— 4,66
IV	11,28	— 1,07	25,09	— 3,42	36,37	— 4,49	12,71	— 1,33	49,08	— 5,82
V	11,10	— 1,25	25,64	— 2,87	36,74	— 4,12	13,49	— 0,55	50,23	— 4,67
VI	11,15	— 1,20	26,30	— 2,21	37,45	— 3,41	13,97	— 0,07	51,42	— 3,48
VII	10,96	— 1,39	25,14	— 3,37	36,10	— 4,76	14,02	— 0,02	50,12	— 4,78
VIII	10,79	— 1,56	25,36	— 3,15	36,15	— 4,71	14,31	+ 0,27	50,45	— 4,45
IX	10,99	— 1,36	26,30	— 2,21	37,29	— 3,57	14,30	+ 0,26	51,59	— 3,31
X	10,40	— 1,95	26,05	— 2,46	36,45	— 4,41	13,72	— 0,32	50,17	— 4,73
XI	9,54	— 2,81	25,48	— 3,03	35,02	— 5,84	13,03	— 1,01	48,05	— 6,85
XII	9,65	— 2,70	24,74	— 3,77	34,39	— 6,47	12,74	— 1,30	47,13	— 7,77
Moyenne annuelle 1970 / Jaargemiddelde 1970	10,97	— 1,38	25,94	— 2,57	36,91	— 3,95	13,95	— 0,09	50,86	— 4,04
Moyenne annuelle 1969 / Jaargemiddelde 1969	12,35		28,51		40,86		14,04		54,90	

Au tableau 7.3 on observe également en janvier et février l'influence très défavorable des grèves de Campine sur les indices généraux du Royaume exprimés en postes conventionnels de 8 heures. Dès mars tous les indices se situent notablement en-dessous des moyennes correspondantes de 1969, à la seule exception des indices surface d'août et de septembre.

Section III — Durée du travail.

Le régime journalier de la durée du travail en vigueur dans les mines au cours de l'année 1970 est resté le même qu'en 1969.

Deux régimes de travail distincts existent toujours, l'un pour le bassin de Campine, l'autre pour les bassins du Sud.

En Campine, la durée du poste est de 8 h 15 au fond et de 8 h 30 à la surface.

In tabel 7.3 komt de zeer ongunstige weerslag van de stakingen in de Kempen op de algemene indicies van heel het Rijk, in conventionele diensten van 8 uren berekend, tot uiting. Van maart af liggen al de indicies merkelijk beneden de overeenkomstige gemiddelden van 1969, behalve die van augustus en september op de bovengrond.

Afdeling III — Arbeidsduur.

In 1970 hebben de mijnen op het stuk van de arbeidsduur per dag dezelfde regeling toegepast als in 1969.

Er zijn nog altijd twee arbeidsregelingen, een voor het Kempens bekken en een voor de Zuiderbekkens.

In de Kempen duurt een arbeidsdienst 8 uren 15 minuten in de ondergrond en 8 uren 30 minuten op de bovengrond.

TABLEAU 7.3 TABEL 7.3

ROYAUME — HET RIJK 1970

Postes réels convertis en postes de 8 h — Werkelijke diensten in diensten van 8 u omgerekend

MOIS / MAANDEN	Ouvriers de la taille / Pijler-arbeiders (1)		Autres ouvriers du fond / Andere ondergrondse arbeiders (2)		Tous ouvriers fond / Alle ondergrondse arbeiders (3) = (1) + (2)		Ouvriers de la surface / Bovengrondse arbeiders (4)		Tous ouvriers fond et surface / Alle arbeiders onder- en bovengrond (5) = (3) + (4)	
	Indice / Indicie	Gain — ou perte + / Winst — of verlies +	Indice / Indicie	Gain — ou perte + / Winst — of verlies +	Indice / Indicie	Gain — ou perte + / Winst — of verlies +	Indice / Indicie	Gain — ou perte + / Winst — of verlies +	Indice / Indicie	Gain — ou perte + / Winst — of verlies +
I	22,64	+ 5,41	33,16	+ 2,27	55,80	+ 7,68	27,60	+ 7,70	83,40	+ 15,38
II	18,90	+ 1,67	30,68	— 0,21	49,58	+ 1,46	22,13	+ 2,23	71,71	+ 3,69
III	16,02	— 1,21	27,40	— 3,49	43,42	— 4,70	18,17	— 1,73	61,59	— 6,43
IV	15,83	— 1,40	27,82	— 3,07	43,65	— 4,47	17,85	— 2,05	61,50	— 6,52
V	15,91	— 1,32	28,45	— 2,44	44,36	— 3,76	18,95	— 0,95	63,31	— 4,71
VI	16,33	— 0,90	28,20	— 2,69	44,53	— 3,59	19,65	— 0,25	64,18	— 3,84
VII	14,25	— 2,98	27,89	— 3,00	42,14	— 5,98	19,63	— 0,27	61,77	— 6,25
VIII	15,13	— 2,10	28,66	— 2,23	43,79	— 4,33	20,37	+ 0,47	64,16	— 3,86
IX	15,54	— 1,69	28,72	— 2,17	44,26	— 3,86	20,00	+ 0,10	64,26	— 3,76
X	15,13	— 2,10	28,40	— 2,49	43,53	— 4,59	19,15	— 0,75	62,68	— 5,34
XI	14,24	— 2,99	28,21	— 2,68	42,45	— 5,67	18,40	— 1,50	60,85	— 7,17
XII	14,44	— 2,79	27,60	— 3,29	42,04	— 6,08	18,26	— 1,64	60,30	— 7,72
Moyenne annuelle 1970 / Jaargemiddelde 1970	15,85	— 1,38	28,50	— 2,39	44,35	— 3,77	19,55	— 0,35	63,90	— 4,12
Moyenne annuelle 1969 / Jaargemiddelde 1969	17,23		30,89		48,12		19,90		68,02	

Dans les bassins du Sud la durée du poste est de 8 h au fond et de 8 h 15 à la surface.

La semaine de cinq jours avec samedi chômé est appliquée partout depuis juillet 1968.

La convention qui en détermine les modalités d'application fixe le nombre de journées de travail offertes à chaque ouvrier pendant les jours normalement ouvrés en Campine à 234 par période fixe de 52 semaines. Dans les bassins du Sud, ce nombre est de 242 (convention du 19 janvier 1968).

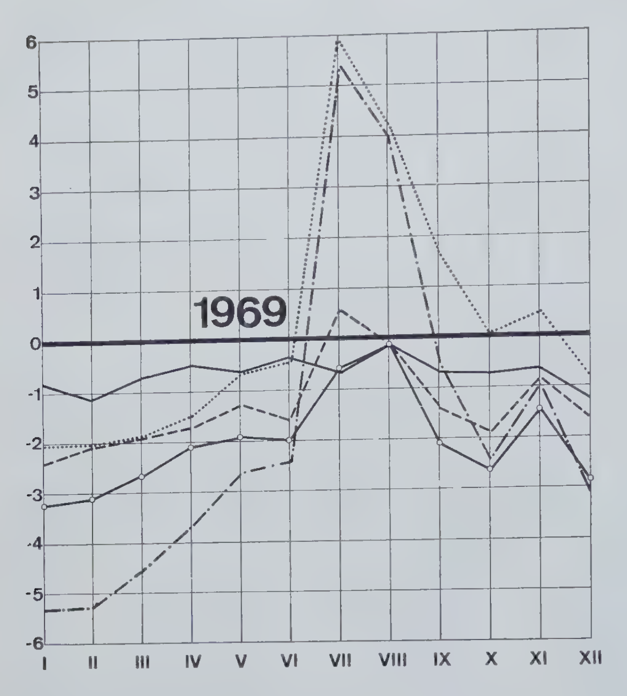
In de Zuiderbekkens duurt een arbeidsdienst 8 uren in de ondergrond en 8 uren 15 minuten op de bovengrond.

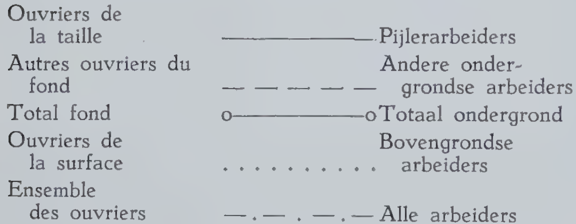
Sinds juli 1968 wordt de vijfdagenweek, met de zaterdag als rustdag, overal toegepast.

De overeenkomst die de toepassingsmodaliteiten van deze regeling bepaalt, heeft het aantal dagen waarop een arbeider op de gewerkte dagen normaal kan werken op 234 per vaste periode van 52 weken vastgesteld in de Kempen. In de Zuiderbekkens is dat 242 dagen (overeenkomst van 19 januari 1968).

EVOLUTION DES INDICES MENSUELS DE PRODUCTION EN 1970 PAR RAPPORT A 1969 (moyenne annuelle).

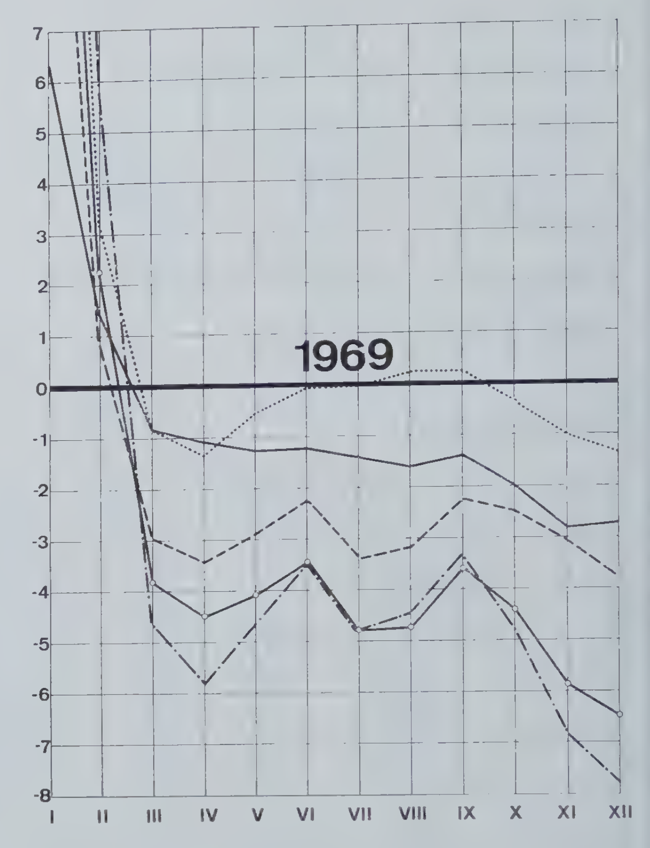
BASSINS DU SUD
ZUIDERBEKKENS





ONTWIKKELING VAN DE MAANDELIJKSE PRODUKTIVITEITSINDICIES IN 1970 IN VERGELIJKING MET 1969 (jaargemiddelde).

BASSIN DE LA CAMPINE
KEMPENS BEKKEN



Postes prestés en plus ou moins par 100 t. nettes extraites.
Meer of minder diensten verricht per 100 t. nettoproduktie.

vail, et qu'il a effectivement travaillé, quelle que soit l'extraction réalisée.

Au cas où une fraction de n % de l'effectif inscrit du fond est convoquée (un poste de travail par exemple), on considère qu'il s'agit d'une fraction de n % de jour ouvré.

Les jours où un effectif restreint d'ouvriers d'entretien est seul appelé au travail ne sont pas considérés comme jours ouvrés.

Le nombre moyen de jours de présence effective des ouvriers du fond a évolué comme suit au cours des dix dernières années :

In een bepaalde zetel noemt men een « gewerkte dag » iedere dag waarop het normale aantal voor de ondergrond ingeschreven arbeiders verzocht was te werken en daadwerkelijk gewerkt heeft, om het even hoeveel kolen opgehaald zijn.

Was slechts n % van het ondergronds personeel opgeroepen (één dienst b.v.), dan wordt die dag als n % van een gewerkte dag beschouwd.

Dagen waarop enkel een beperkt aantal onderhoudswerklieden verzocht waren te werken, worden niet als gewerkte dagen beschouwd.

Het gemiddeld aantal dagen waarop de ondergrondse mijnwerkers daadwerkelijk aanwezig waren is tijdens de jongste tien jaar als volgt geëvolueerd :

JOURS DE PRESENCE ET CHOMAGE — AANWEZIGHEIDSDAGEN EN WERKLOOSHEID

Année / Jaar	Jours de présence par an / Aanwezigheidsdagen per jaar	Chômage / Werkloosheid	Année / Jaar	Jours de présence par an / Aanwezigheidsdagen per jaar	Chômage / Werkloosheid
1957	230,0	—	1964	206,5	0
1958	211,6	16	1965	196,6	6
1959	184,9	42	1966	192,8	13
1960	190,0	24	1967	197,2	4
1961	199,6	7	1968	191,0	0,17
1962	201,2	—	1969	186,1	—
1963	206,9	—	1970	174,8	—

La diminution considérable du nombre moyen de présences de chaque ouvrier dans l'année résulte non d'une modification quelconque du régime ou de la durée légale ou conventionnelle du travail, mais bien des grèves prolongées du début de l'année en Campine.

Ce nombre moyen a d'ailleurs été de 172,8 en Campine contre 192 dans les bassins du Sud.

Le lecteur trouvera plus de détails à ce sujet dans les « Aspects techniques de l'Industrie charbonnière belge en 1970 », étude qui sera publiée ultérieurement.

Il convient de noter ici qu'en Campine il n'y a pas d'interruption collective du travail pour congés payés : les congés octroyés à chaque ouvrier sont répartis sur une longue période sans que l'extraction soit interrompue.

De aanzienlijke vermindering van het gemiddeld aantal aanwezigheidsdagen per arbeider in 1970 is niet aan enige verandering aan de arbeidsregeling of de wettelijke of conventionele arbeidsduur toe te schrijven, maar wel aan de langdurige werkstakingen in de Kempen in het begin van het jaar.

Dat gemiddeld aantal aanwezigheidsdagen bedroeg trouwens 172,8 in de Kempen en 192 in de Zuiderbekkens.

Meer bijzonderheden hierover zullen later in de « Technische kenmerken van de Belgische kolenontginning in 1970 » gepubliceerd worden.

Hierbij dient aangestipt, dat in de Kempen het werk niet stilgelegd wordt voor de vakantie. De verlofdagen die aan iedere arbeider worden toegestaan, worden over een lange periode gespreid, zonder dat de kolenwinning stilgelegd wordt.

TABLEAU 9
NOMBRE DE JOURS OUVRES ET PRODUCTION MOYENNE EN TONNES PAR JOUR OUVRE

TABEL 9
AANTAL GEWERKTE DAGEN EN GEMIDDELDE PRODUKTIE IN TON PER GEWERKTE DAG

1970

MOIS / MAAND	Hainaut / Henegouwen		Liège / Luik		Sud / Zuiderbekkens		Campine / Kempen		**Royaume / Het Rijk**	
	Jours ouvrés / Gewerkte dagen	Prod. Journ. / Dag. Prod.	Jours ouvrés / Gewerkte dagen	Prod. Journ. / Dag. Prod.	Jours ouvrés / Gewerkte dagen	Prod. Journ. / Dag. Prod.	Jours ouvrés / Gewerkte dagen	Prod. Journ. / Dag. Prod.	Jours ouvrés / Gewerkte dagen	Prod. Journ. / Dag. Prod.
1970 I	21,11	13,616	18,40	6 035	20,31	19 690	1,88	25 799	10,48	45 489
II	20,00	13 608	19,61	5 928	19,89	19 529	11,26	30 832	15,30	48 079
III	21,00	13 514	20,90	6 026	20,97	19 604	21,00	34 747	20,99	54 284
IV	22,00	13 318	20,03	6 059	21,42	19 345	22,00	35 250	21,73	54 757
V	18,00	13 153	16,18	6 442	17,45	19 540	17,00	34 281	17,21	53 675
VI	22,00	12 314	20,62	5 868	21,58	18 161	18,46	32 759	19,91	50 058
VII	13,54	11 564	8,15	5 651	11,90	17 028	19,40	30 934	15,94	50 361
VIII	20,89	9 628	20,82	4 767	20,86	14 399	19,78	31 075	20,28	45 119
IX	22,00	11 068	20,02	5 450	21,40	16 477	22,00	30 333	21,72	46 958
X	22,00	11 372	22,00	5 730	22,00	17 102	22,00	32 169	22,00	49,271
XI	19,23	11 473	18,85	5 576	19,11	17 316	20,52	34 192	19,88	51 938
XII	20,96	11 740	20,26	5 654	20,74	17 388	19,62	34 934	20,12	51 989
Totaux des relevés et moyennes mensuels / Totaal v. d. maandcijfers en maandgemiddelden 1970 (*) (**)	242,73	12 225	225,84	5 756	237,63	17 958	214,92	33 012	225,56	50 374

(*) Pour un bassin considéré, la production moyenne par jour ouvré est le quotient de la production annuelle totale de ce bassin par le nombre de jours ouvrés de ce bassin.

(**) Aucune rectification n'a du être effectuée en 1970.

(*) Voor een bepaald bekken bekomt men de gemiddelde produktie per gewerkte dag door de totale jaarproduktie van het bekken door het aantal gewerkte dagen van het bekken te delen.

(**) Aan de cijfers van 1970 hoefde geen enkele verbetering te worden aangebracht.

Cette circonstance explique que le nombre de jours ouvrés dans ce bassin soit notablement supérieur en juillet au nombre correspondant pour les bassins du Sud (19,4 contre 11,9), comme l'indique le tableau 9 ci-dessus.

Ailleurs, la durée de l'interruption collective du travail à l'époque des congés pays est d'une ou, le plus souvent, de deux semaines, la troisième semaine de congé étant prise individuellement pendant les jours ouvrés. La différence relevée à l'alinéa précédent (7,5 jours) correspond à la moyenne d'une semaine et demi de congé dans les bassins du Sud.

Par ailleurs l'influence des grèves de janvier, de février et de juin 1970 en Campine affecte lourdement le nombre de jours ouvrés dans ce bassin durant ces trois mois et durant l'année entière (moins de 215 jours ouvrés en 1970 contre près de 243 en 1969 : — 20,12 jours en janvier, — 8,40 en février, — 2,54 en juin). En revanche les mineurs de Campine se sont vu offrir de travailler deux samedis à l'automne, en raison de la pénurie de charbon à coke et moyennant paiement d'un sursalaire appréciable.

Dit verklaart waarom het aantal gewerkte dagen in juli in de Kempen veel hoger ligt dan in de Zuiderbekkens (19,4 tegen 11,9), zoals uit bovenstaande tabel 9 blijkt.

Elders wordt het werk een week en meestal twee weken stilgelegd ten tijde van de vakantie ; de verlofdagen van de derde week worden dan individueel op gewerkte dagen genomen. Het hierboven vermelde verschil (7,5 dagen) stemt overeen met anderhalve week gezamenlijke vakantie in de zuiderbekkens.

Van de andere kant hebben de stakingen van januari, februari en juni 1970 in de Kempen het aantal gewerkte dagen in dat bekken fel verminderd gedurende deze drie maanden en voor heel het jaar samen (minder dan 215 gewerkte dagen in 1970 tegen bijna 243 in 1969 : 20,12 dagen minder in januari, 8,40 minder in februari en 2,54 minder in juni). Daarentegen hebben de Kempense mijnwerkers, wegens het gebrek aan cokeskolen, in de herfst op twee zaterdagen kunnen werken met een flinke loontoeslag.

Section IV — Salaires.

Les chiffres de salaires qui sont fournis ci-après tiennent uniquement compte des salaires gagnés au cours de prestations effectives normales à l'exclusion de toute rémunération pour heures supplémentaires ou prestations supplémentaires des dimanches et jours fériés. Le salaire journalier moyen brut a été obtenu en divisant le montant total des salaires bruts gagnés pour prestations normales par le nombre total de postes d'une durée réelle de 8 h ou 8 h 15 au fond, de 8 h 15 ou 8 h 30 à la surface selon le régime de travail en vigueur dans le bassin considéré.

Les conventions adoptées le 15 décembre 1969 par la Commission nationale mixte des mines ont incorporé la prime d'assiduité précédemment payée en application de la convention du 25 octobre 1963, dans le salaire, de même d'ailleurs que la prime dite « de présence ». Les résultats ci-dessous sont donc directement comparables avec les résultats provisoires des années précédentes qui sont rappelés dans le tableau.

Le tableau 10 donne en détail pour les trois divisions minières belges, les salaires journaliers moyens bruts des ouvriers à veine, des ouvriers du fond en général et des ouvriers de la surface, ainsi que de l'ensemble des ouvriers du fond et de la surface.

Afdeling IV — Lonen.

De hieronder aangeduide lonen houden alleen rekening met het loon verdiend met werkelijk verrichte en normale prestaties, met uitsluiting van elke bezoldiging voor overuren, zondagwerk of prestaties op feestdagen. Het gemiddelde brutodagloon is verkregen door het totaal bedrag van de brutolonen verdiend met normale prestaties te delen door het totaal aantal diensten met een werkelijke duur van 8 uren of 8 uren 15 minuten in de ondergrond, van 8 uren 15' of 8 uren 30 op de bovengrond, naar gelang van de arbeidsregeling die in het beschouwde bekken van kracht is.

Op 15 december 1969 in de Nationale Gemengde Mijncommissie gesloten overeenkomsten hebben de regelmatigheidspremie die vroeger krachtens een overeenkomst van 25 oktober 1963 toegestaan werd, in het loon opgenomen, en trouwens ook de zg. aanwezigheidspremie. De hierna vermelde cijfers kunnen bijgevolg rechtstreeks vergeleken worden met de voorlopige uitslagen van de vorige jaren, die eveneens in de tabel aangeduid zijn.

In tabel 10 zijn de gemiddelde brutolonen per dag van de houwers, de ondergrondse, de bovengrondse, en de ondergrondse en de bovengrondse arbeiders samen voor elk van de drie Belgische mijnafdelingen aangeduid.

TABLEAU 10
SALAIRES JOURNALIERS MOYENS BRUTS
en F

TABEL 10
GEMIDDELDE BRUTOLONEN PER DAG
F

BASSINS / BEKKENS	Ouvriers à veine / Kolenhouwers		Ouvriers du fond (ouvr. à veine compris) / Ondergrondse arbeiders (houwers inbegrepen)		Ouvriers de la surface / Bovengrondse arbeiders		Ouvriers de toutes catégories (fond et surface) / Alle kategoriën arbeid (onder- en bovengrond)	
	1969 (1)	**1970** (1)	**1969** (1)	**1970** (1)	**1969** (1)	**1970** (1)	**1969** (1)	**1970** (1)
Hainaut — Henegouwen	726,59	852,92	629,59	746,73	442,00	532,70	570,39	678,04
Liège — Luik	900,75	1 071,24	667,12	789,21	444,27	531,81	601,91	712,66
Sud — Zuiderbekkens	783,15	923,79	641,48	760,13	442,67	532,44	580,15	688,70
Campine — Kempen	695,69	824,59	632,02	753,70	478,08	586,32	593,14	708,53
Royaume — Het Rijk	740,39	875,51	636,28	756,70	458,95	558,31	586,77	698,97

(1) Chiffres provisoires comprenant la prime d'assiduité, mais ne comprenant pas la prime de fin d'année.

(1) Voorlopige cijfers, de regelmatigheidspremie wel, maar de eindejaarspremie niet inbegrepen.

On observera qu'en application de l'accord de « programmation sociale 1970-1971 » du 15 décembre 1969, considérablement amélioré à la suite des grèves de janvier-février, puis de juin 1970, en Campine, le salaire journalier normal moyen brut toutes catégories a subi en 1970 une augmentation nominale très importante, proche de 20 %.

Le tableau 11 donne pour chaque bassin le salaire brut par tonne nette extraite.

Le tableau 12 permet de suivre l'évolution de ce salaire brut par tonne nette extraite de 1957 à 1970, ainsi que l'évolution de l'index des prix de détail ou indice des prix à la consommation au cours de la même période.

On y constatera que le salaire brut moyen par tonne extraite, qui avait décru de 21 % de 1957, dernière année de relative prospérité charbonnière, à 1961, a ensuite progressivement augmenté de près de 19 % (1) jusqu'en 1965 pour atteindre 98 % de son niveau de 1957. Nouvelle diminution limitée ensuite jusqu'en 1967 (— 2,9 %) puis reprise du mouvement ascensionnel avec une brusque poussée en 1970 (+ 11,3 %) portant le salaire brut à la tonne nette à 107 % de son niveau de 1957 et pour la premier fois au-delà de 400 F.

(1) Base 1957 = 100.

Men ziet dat het gemiddeld normaal brutoloon per dag van alle kategorieën arbeiders samen een zeer belangrijke nominale stijging meegemaakt heeft in 1970 (bijna 20 %), dank zij de sociale programmatie-overeenkomst 1970-1971 van 15 december 1969 en de aanzienlijke verbeteringen die na de werkstakingen van januari-februari en later van juni 1970 toegestaan werden.

In tabel 11 is voor ieder bekken het brutoloon per nettogewonnen ton aangeduid.

Aan de hand van tabel 12 kan de ontwikkeling van dat brutoloon per netto gewonnen ton van 1957 tot 1970 gevolgd worden en vergeleken met die van het indexcijfer der kleinhandelsprijzen of indexcijfer der konsumptieprijzen gedurende dezelfde periode.

Men ziet dat het gemiddeld brutoloon per gewonnen ton, dat van 1957, het laatste jaar van betrekkelijke voorspoed in de kolennijverheid, tot 1961 met 21 % gedaald was, daarna tot 1965 met bijna 19 % (1) en tot 98 % van het bedrag van 1957 gestegen is. Vervolgens is opnieuw een beperkte daling ingetreden tot 1967 (— 2,9 %), gevolgd door een nieuwe stijging vooral in 1970 (+ 11,3 %), wat het brutoloon per netto gewonnen ton op 107 % van het bedrag van 1957 en voor de eerste maal op meer dan 400 F per ton gebracht heeft.

(1) Basis 1957 = 100.

TABLEAU 11
SALAIRES BRUTS PAR TONNE EXTRAITE

TABEL 11
BRUTOLONEN PER NETTO GEWONNEN TON

en F

BASSINS	BEKKENS	Salaires bruts par tonne nette et extraite (1) Brutolonen per netto gewonnen ton 1969	1970	Augmentation par rapport à 1969 Verschil ten opzichte van 1969	
Hainaut	Henegouwen	438,80	523,30	+ 84,50	+ 16,1 %
Liège	Luik	545,54	558,44	+ 12,90	+ 2,3 %
Sud	Zuiderbekkens	468,23	534,00	+ 65,77	+ 12,3 %
Campine	Kempen	321,71	354,79	+ 33,08	+ 9,3 %
Royaume	*Het Rijk*	379,26	422,15	+ 42,89	+ 10,2 %

(1) Chiffres provisoires ne comprenant pas la prime de fin d'année.

(1) Voorlopige cijfers, de eindejaarspremie niet inbegrepen.

TABLEAU 12
SALAIRE BRUTS PAR TONNE NETTE EXTRAITE DE 1957 A 1970

TABEL 12
ONTWIKKELING VAN DE BRUTOLONEN PER NETTO GEWONNEN TON VAN 1957 TOT 1970

	Borinage / Borinage		Centre / Centrum		Charleroi-Namur / Charleroi-Namen		Liège / Luik		Sud / Zuiderbekkens		Campine / Kempen		**Royaume / Het Rijk**	
1957	446,27	100	416,09	100	426,79	100	501,92	100	446,37	100	300,80	100	394,51	100
1959	400,24	90	398,28	94	376,07	88	448,00	89	402,14	90	290,80	97	359,23	91
1960	349,90	78	355,76	86	344,34	81	395,78	79	360,93	81	273,97	91	324,62	82
1961	335,58			75	331,28	78	395,79	77	346,68	78	264,00	88	309,78	79
1962	334,78			75	355,63	83	417,61	83	366,68	82	283,83	94	328,36	83
1963	349,52			78	380,04	89	445,62	89	389,89	87	295,12	98	345,34	88
1964	365,94			82	405,92	95	497,65	99	421,00	94	323,30	107	374,45	95
1965	386,83			87	422,80	99	514,34	102	437,79	98	333,89	111	386,83	98
1966	385,41			86	417,41	98	485,69	97	428,83	96	337,84	112	384,74	98
1967	401,35			93	405,86	95	516,04	103	432,13	97	327,26	109	375,68	95
1968	423,41			98	410,16	96	549,46	109	446,43	100	325,90	108	377,36	96
1969 *	440,15			102	438,21	103	545,54	109	468,23	105	321,71	107	379,26	96
1970 *			523,30 (1)		122		558,44	111	534,00	120	354,79	118	422,15	107

* Chiffres provisoires.
(1) Ensemble des bassins du Hainaut.

* Voorlopige cijfers.
(1) Alle bekkens van Henegouwen samen.

Section V — Prix des charbons.

En 1970, un nouveau barème des prix de vente des charbons a été soumis à l'approbation de la Commission des Communautés européennes en application de l'article 60, alinéa 2, du Traité de Paris.

Le barème n° 33, appliqué depuis le 3 novembre 1969, est resté en vigueur jusqu'au 30 juin 1970. Le 1er juillet est entré en vigueur le barème n° 34 qui est resté en application jusqu'au 31 décembre et a été remplacé dès le 1er janvier 1971 par le barème n° 35.

Afdeling V — De kolenprijzen.

In 1970 werd een nieuwe prijzenschaal voor kolen, bij toepassing van artikel 60, tweede lid, van het Verdrag van Parijs, voor goedkeuring aan de Commissie van de Europese Gemeenschappen voorgelegd.

De prijzenschaal nr 33, die sedert 3 november 1969 van toepassing was, is tot 30 juni 1970 van kracht gebleven. Op 1 juli is de prijzenschaal nr 34 in werking getreden, die tot 31 december van toepassing geweest is en op 1 januari 1971 door de prijzenschaal nr 35 vervangen is.

Les prix de quelques qualités caractéristiques sont reproduits au tableau 13 ci-dessous.

De prijzen van enkele typische kwaliteiten zijn in onderstaande tabel 13 aangeduid.

TABLEAU 13

PRIX DES CHARBONS
A PARTIR DU 1er JUILLET 1970

TABEL 13

KOLENPRIJZEN
VANAF 1 JULI 1970

Sortes Soorten	Teneurs - Gehalte cendres as	 eau water	Gras B Vetk. B	Gras A Vetk. A	½ Gras ½ Vetk.	Maigres et anthracites b Magerk. en antraciet b	Anthracite Hainaut Antrac. Henegouwen	Anthracite Liège Antrac. Luik
chlams olenslik	30	20	360	365	365	365	365	365
oussiers bruts ngewassen stofkolen	30	7	455	475	475	475	475	475
ines lavées ewassen fijnkolen	10	7	825	860	890 - 910	890 - 910	890 - 910	915 - 935
/12	3 - 6	5 (1) - 6	920	—	900	900 - 995	1 265	1 325
2/22	4 - 8	5	—	—	—	1 680 - 1 820	1 980	2 130
8/30 -	3 - 6	5	1 000 - 1 020	1 045 - 1 090	—	—	—	—
0/30	4 - 8	5	—	—	1 535 - 1 610	1 705 - 1 875	2 075	2 175
0/50	3 - 6	5	1 000 - 1 020	1 045 - 1 090	—	—	—	—
	4 - 8	5	—	—	1 300 - 1 360	1 500 - 1 550	1 780	1 810

(1) 5 seulement pour les gras A et B de Campine.

(1) Slechts 5 voor vetkolen A en B uit de Kempen.

Il ne faut pas perdre de vue que les prix départ-mine indiqués dans ce tableau sont pour certaines catégories et spécialement pour les anthracites calibrés, affectés par certains producteurs de primes de qualité qui sont en général de 25 F/t, mais peuvent atteindre dans certains cas 125 F/t. Ces prix comportent souvent, en outre, des suppléments de provenance, variables d'après les producteurs (1), ainsi que des rabais et suppléments saisonniers et des rabais de quantité.

Pour les fines lavées et les classés, les prix diffèrent souvent selon l'origine des produits. En ce cas, les prix indiqués au tableau 13 sont les prix extrêmes repris aux barèmes.

Le barème n° 34 apportait un relèvement substantiel des prix de base du précédent, notamment pour les fines à coke (fines lavées de gras A et gras B) dont le prix était relevé de 125 à 130 F/t, soit près de 18 %.

(1) 75, 100, 150 F/t pour les grains d'anthracite de quatre charbonnages, voire même 275 F/t pour certains grains d'anthracite à moins de 3 % de cendres.

Opgemerkt zij, dat de in deze tabel vermelde prijzen « af mijn » door sommige producenten voor bepaalde kategorieën, en speciaal voor gekalibreerde antraciet, verhoogd worden met kwaliteitspremiën, die meestal 25 F/t bedragen maar soms tot 125 F/t kunnen oplopen. Bovendien worden deze prijzen dikwijls verhoogd met herkomsttoeslagen die van mijn tot mijn verschillen (1), alsmede met seizoentoeslagen of verminderd met seizoen- en hoeveelheidskortingen.

Voor gewassen fijnkolen en geklasseerde kolen verschillen de prijzen dikwijls volgens de herkomst van de produkten. In dat geval zijn de prijzen die in tabel 13 vermeld zijn de uiterste prijzen uit de prijzenschalen.

De prijzenschaal nr 34 heeft de basisprijzen van de vorige schaal merkelijk verhoogd, onder meer voor cokeskolen (fijne gewassen vetkolen A en B) waarvan de prijs met 125 à 130 F/t verhoogd is, d.i. bijna 18 %.

(1) 75, 100, 150 F/t voor antracietnootjes van vier kolenmijnen, zelfs 275 F/t voor sommige antracietnootjes met minder dan 3 % as.

Rar rapport au barème n° 33 les prix des schlamms et poussiers bruts, destinés essentiellement aux centrales électriques restaient inchangés. Les prix des anthracites étaient également augmenté mais dans une moindre proportion : 75 à 100 F/t suivant les bassins pour les fines lavées (+ 9 à 12 %), 70 à 125 F/t pour les classés (4 à 8 % selon les calibres).

Le barème n° 35 témoigne d'un nouveau relèvement important des prix dans toutes les catégories et dans toutes les sortes, y compris les schlamms et poussiers bruts. Toutefois, comme ce barème n'est entré en vigueur qu'en 1971, nous ne le commenterons pas davantage ici.

Section VI — Résultats.

Si l'on compare les résultats obtenus par les houillères belges en 1970 à ceux des années antérieures, on remarque une relative et très légère amélioration de la situation, alors qu'en 1969 déjà on avait noté, sur la base des résultats provisoires, une atténuation de la régression rapide constatée en 1967 et 1968.

Le tableau 14 hors texte donne les résultats provisoires d'exploitation des mines de houille en 1970.

La valeur nette totale des charbons extraits en Belgique s'est élevé à 9 441 163 300 F soit 830,40 F/tonne.

Cette valeur de la production tient compte de :

1) la valeur réelle des ventes ;
2) la valeur selon barème des cessions aux activités connexes et aux usines de l'entreprise ;
3) la valeur selon barème des consommations propres ;
4) la valeur selon barème du charbon gratuit enlevé ;
5) l'abattement sur mise au stock ;
6) la différence entre la valeur d'écoulement des charbons repris au stock et de leur valeur de mise au stock :
7) la différence de prix sur exportation et les rabais d'alignement.

Ces chiffres ne tiennent pas compte de la valeur des schistes valorisés.

En 1969, d'après les mêmes données provisoires, la valeur moyenne correspondante avait été de 699,40 F/t ; on a donc enregistré, d'une année à l'autre, une augmentation très sensible de la valeur moyenne à la tonne des charbons extraits : + 131,50 F/t, soit près de 19 %.

En comparant cette valeur de la production augmentée de la valeur des schistes, aux dépenses totales de l'année, immobilisations comprises, il est possible de dégager le résultat d'exploitation qui se traduit par une perte de 313,60 F/t pour l'ensemble des mines du pays, contre 234,70 F/t en 1967, 294,20 F/t en 1968 et 315,60 F/t en 1969.

Vergeleken met de prijzenschaal nr 33, zijn de prijzen van kolenslik en ongewassen stofkolen, die hoofdzakelijk naar de electriciteitscentrales gaan, niet veranderd. De prijzen van antraciet zijn eveneens verhoogd, maar in mindere mate : 75 tot 100 F/t volgens het bekken voor gewassen fijnkolen (+ 9 tot 12 %) en 70 tot 125 F/t voor geklasseerde antraciet (4 tot 8 % volgens de dikte).

De prijzenschaal nr 35 heeft voor alle kategorieën en soorten nogmaals belangrijke prijsverhogingen ingevoerd, ook voor kolenslik en ongewassen stofkolen. Deze schaal is evenwel pas op 1 januari 1971 in werking getreden, zodat wij er nu niet verder op ingaan.

Afdeling VI — Uitslagen.

Als men de uitslagen van de Belgische kolenmijnen in 1970 met die van de vorige jaren vergelijkt, ziet men dat de toestand *betrekkelijk* en zeer licht verbeterd is. Op grond van de voorlopige uitslagen van 1969 had men al een vertraging van de hevige inzinking van 1967 en 1968 vastgesteld.

In tabel 14 zijn de voorlopige bedrijfsuitslagen van de kolenmijnen in 1970 aangeduid.

De totale nettowaarde van de in België gewonnen kolen bedroeg 9 441 163 300 F, d.i. 830,40 F de ton.

Deze waarde van de produktie is berekend op :

1) de werkelijke waarde van de verkochte kolen ;
2) de waarde volgens het barema, van de aan nevenbedrijven en fabrieken van de onderneming afgestane kolen ;
3) de waarde volgens het barema, van de zelf verbruikte kolen ;
4) de waarde volgens het barema, van de kosteloos afgehaalde kolen ;
5) de waardevermindering bij het vormen van voorraden ;
6) het verschil tussen de afzetwaarde van de kolen genomen van de voorraden en hun waarde bij het vormen van de voorraden ;
7) het verschil in prijs voor uitgevoerde kolen en de gelijkstellingskortingen.

Deze cijfers houden geen rekening met de waarde van de gevaloriseerde kolenschist.

In 1969 bedroeg de overeenstemmende gemiddelde waarde volgens dezelfde voorlopige gegevens 699,40 F/t; de gemiddelde waarde per ton van de gewonnen kolen is dus aanzienlijk gestegen : + 131,50 F/t, d.i. bijna 19 %.

Wanneer men de waarde van de produktie, verhoogd met de waarde van de schist, met de totale uitgaven van het jaar vergelijkt, de vastleggingsuitgaven inbegrepen, bekomt men de bedrijfsuitslag, die voor alle mijnen samen neerkomt op een verlies van 313,60 F per ton tegenover 234,70 F/t in 1967, 294,20 F/t in 1968 en 315,60 F/t in 1969.

TABEL 14

TABLEAU 14

Resultats provisoires de l'exploitation des mines de houille en 1970.

Voorlopige uitslagen van de ontginning van steenkolenmijnen in 1970.

BASSINS	BEKKENS	Suivant résultat final / Volgens einduitslag — Nombre de mines / Aantal mijnen: en boni (2) / met winst (2)	en mali / met verlies	sans gains ni pertes / zonder winst, noch verlies	TOTAL / TOTAAL	PRODUCTION NETTE / NETTO PRODUKTIE	VALEUR DE VENTE de cette production / VERKOOPWAARDE van deze produktie		VALEUR DES SCHISTES / WAARDE VAN DE KOLENSCHIST		DEPENSES D'EXPLOITATION / BEDRIJFS-UITGAVEN		DEPENSES D'AMORTISATION / AFSCHRIJVINGS-UITGAVEN		RESULTATS D'EXPLOITATION / BEDRIJFSUITSLAGEN		COMPTES DE RESULTATS (1) / UITSLAG-REKENINGEN (1)		RESULTAT FINAL / EINDUITSLAG	
						t	F	F/t	F	F/t	F	F/t	F	F/t	F	F/t	F	F/t	F	F/t
Hainaut	Henegouwen	4	4	—	8	2 967 360	2 634 566 100	887,8	6 731 600	2,3	4 341 059 500	1462,9	52 155 800	17,6	— 1 751 917 600	— 590,4	1 692 717 200	570,4	— 59 200 400	— 20,0
Liège	Luik	3	2	—	5	1 299 930	1 339 919 400	1030,8	157 900	0,1	1 963 285 000	1510,3	28 170 200	21,7	— 651 377 900	— 501,1	647 527 300	498,1	— 3 850 600	— 3,0
Sud	Zuiderbekkens	7	6	—	13	4 267 290	3 974 485 500	938,3	6 889 500	1,6	6 304 344 500	1477,3	80 326 000	18,8	— 2 403 295 500	— 563,2	2 340 244 500	548,4	— 63 051 000	— 14,8
Campine	Kempen	1			1	7 095 000	5 466 677 800	770,5	40 330 300	5,7	6 729 332 000	948,5	[illegible]	17,4	— 1 345 950 200	— 189,7	1 451 311 200	[illegible]	[illegible]	[illegible] (3)
Royaume	Het Rijk	8	6	—	14	11 362 290	9 441 163 300	830,9	47 219 800	4,2	13 033 676 500	1147,0	203 952 300	17,9	3 749 245 700	330,0	3 791 555 700	333,7	+ 42 3[illegible]	+ 3,7
Suivant résultat final — Volgens einduitslag																				
Groupe des 8 mines en boni (2)	Groep van 8 mijnen met winst (2)					9 513 180	7 665 224 100	805,7	40 487 500	4,3	10 529 345 200	1106,8	159 319 600	16,7	— 2 982 953 200	— 313,6	3 121 790 300	328,2	[illegible]	[illegible]
Groupe des 6 mines en mali	Groep van 6 mijnen met verlies					1 849 110	1 775 939 200	960,4	6 732 300	3,6	2 504 331 300	1354,3	44 632 700	24,1	— 766 292 500	— 414,4	669 765 400	362,2	[illegible]	[illegible]

(1) Subsides de l'Etat.
(2) Pour apprécier la portée réelle de ce « résultat final », le lecteur est prié de se reporter au texte.
(3) Les seuls « subsides d'amortissement » interviennent pour 13,80 F/t dans ce résultat apparent, alors que les amortissements de l'exercice (97 847 300 F) n'ont pas été considérés en dépense dans le calcul des résultats d'exploitation. Ces subsides comprennent aussi une intervention de l'Etat dans la couverture des charges financières de la mine (13,0 F/t en 1969) alors que ces charges ne sont pas davantage prises en considération dans le calcul des résultats d'exploitation et ont excédé de 69 916 600 F en 1970 les revenus financiers. Si l'on tient compte, en outre, du solde negatif des comptes « résultats afférents aux exercices antérieurs » et « résultats divers » (– 41 808 000 F), le résultat réel de la mine est nettement négatif.

(1) Rijkstoelagen.
(2) Om de juiste betekenis van deze « einduitslag » te beoordelen, wordt de lezer verzocht de tekst te raadplegen.
(3) In deze schijnbare uitslag zitten al voor 13,80 F/t afschrijvingstoelagen hoewel de afschrijvingen van het boekjaar zelf (97 847 300 F) niet als uitgave verrekend zijn in de bedrijfsuitslagen. Deze toelagen bevatten ook een tegemoetkoming van de Staat in de financiële lasten van de mijn (13,0 F/t in 1969) hoewel die lasten [illegible] genomen worden bij de berekening van de bedrijfsuitslagen en in 1970 meer dan 69 916 600 F bedroegen. Als men bovendien rekening houdt met het negatief saldo van de rekeningen « uitslagen van vorige boekjaren » en « diverse uitslagen » (– 41 808 000 F) is de einduitslag van de mijn sterk negatief.

Rar rapport au barème n° 33 les prix des schlamms et poussiers bruts, destinés essentiellement aux centrales électriques restaient inchangés. Les prix des anthracites

Vergeleken met de prijzenschaal nr. 33, zijn de prijzen van kolenslik en ongewassen stofkolen, die hoofdzakelijk naar de electriciteitscentrales gaan, niet veran-

Ce résultat, lourdement déficitaire puisque les coûts de production, en augmentation rapide, excèdent de près de 4,4 % la valeur totale des produits, souligne le marasme persistant de l'industrie charbonnière belge. Les pertes d'exploitation restent insupportables dans tous les bassins.

Ce résultat d'exploitation ne correspond pas nécessairement au solde des bilans des sociétés charbonnières, où les dépenses de premier établissement sont amorties en plusieurs années et où les résultats des activités connexes, généralement bénéficiaires, atténuent les pertes de la houillère proprement dite. L'évaluation administrative du résultat d'exploitation est faite suivant des règles fixées par les lois et arrêtés royaux en vue de la détermination de la redevance proportionnelle due par les concessionnaires de mines aux propriétaires du sol. Ces règles écartent du calcul les activités connexes (centrales électriques, fabriques d'agglomérés, vente au comptant, etc...).

Pour obtenir le résultat final des houillères, il y a lieu d'ajouter au résultat d'exploitation les « comptes de résultat » à savoir les subsides reçus de l'Etat.

Encore convient-il de noter que le résultat final obtenu de la sorte a souvent, dans le cas des mines en « boni » apparent, un caractère fictif car des dépenses telles que les charges financières *ne sont pas prises en considération,* non plus qu'aucun amortissement, alors que les subsides de l'Etat *comprennent* les subventions pour charges financières et des subsides d'amortissement octroyés à certaines mines déficitaires ne figurant pas au programme de fermetures. Les seuls subsides d'amortissement pour ces dernières s'élèvent à 12,50 F/t sur la base de la production de l'année 1966.

Ces corrections ont eu pour effet de ramener apparemment les pertes des mines du bassin du Sud à 14,80 F/t et de faire apparaître pour les mines de Campine un « boni » fictif de 14,90 F/t. Dans ce cas particulier, les subsides d'amortissement interviennent pour 13,80 F dans ce résultat ; si l'on écarte en outre les subventions pour couverture partielle des charges financières, cette mine est, comme la presque totalité des autres, en « mali » *réel* de 14,60 F/t au moins.

Pour l'ensemble des mines du Royaume, *il semble* y avoir, *selon ces règles particulières,* un gain de 3,70 F/t.

L'importance de ces corrections montre que l'industrie charbonnière belge ne peut poursuivre son activité que grâce à la compensation de ses pertes d'exploitation par des subsides de l'Etat, lesquels ont atteint en 1970, 3 791 555 700 F, contre 4 188 933 300 F en 1969.

Deze uitslag, die sterk negatief is aangezien de produktiekosten snel stijgen en haast 44 % hoger liggen dan de totale waarde van de produkten, toont aan dat de Belgische kolennijverheid voortdurend achteruitgaat. De bedrijfsverliezen blijven ondraaglijk in al de bekkens.

Deze bedrijfsuitslag stemt niet noodzakelijk overeen met het saldo van de balansen van de ondernemingen, aangezien de vastleggingsuitgaven in de balans over verscheidene jaren afgeschreven worden en de uitslagen van de nevenbedrijven, die doorgaans winstgevend zijn, het verlies van de eigenlijke mijn milderen. De administratieve raming van de bedrijsuitslag geschiedt volgens de regelen die, voor het vaststellen van het door de koncessionaris aan de eigenaar van de bovengrond verschuldigde evenredige mijnrecht, in wetten en koninklijke besluiten bepaald zijn. Volgens die voorschriften wordt de bedrijfsuitslag berekend zonder dat de nevenbedrijven (elektriciteitscentrales, brikettenfabrieken, detailverkoop, enz.) in aanmerking worden genomen.

Om de einduitslag van de mijnen te bekomen, dient men bij de bedrijfsuitslag de « uitslagrekeningen » te voegen, met name de rijkstoelagen.

Hierbij dient te worden aangestipt dat de aldus verkregen einduitslag, voor mijnen met een schijnbare winst, dikwijls een fictieve uitslag is, omdat uitgaven zoals de financiële lasten *niet in aanmerking genomen worden,* evenmin als de afschrijvingen trouwens, hoewel de rijkstoelagen, de aan sommige verlieslatende maar niet in een sluitingsprogramma opgenomen mijnen verleende toelagen voor financiële lasten en afschrijvingstoelagen *bevatten.* Alleen de afschrijvingstoelagen aan deze laatste mijnen bedragen al 12,50 F/t op de produktie van het jaar 1966.

Door deze verbeteringen wordt het verlies van de mijnen in de Zuiderbekkens schijnbaar beperkt tot 14,80 F/t en wordt voor de Kempense mijnen een fictieve winst van 14,90 F/t opgeleverd. In deze laatste uitslag zitten voor 13,80 F/t afschrijvingstoelagen. Als men de toelagen voor gedeeltelijke dekking van financiële lasten niet meerekent, sluit deze mijn, zoals alle andere, met een *werkelijk* negatief saldo van ten minste 14,60 F/t.

Voor alle mijnen samen schijnt er, volgens deze bijzondere regelen, een winst van 1,80 F/t te bestaan.

Uit de omvang van deze verbeteringen blijkt, dat de Belgische kolenindustrie enkel kan blijven werken omdat haar bedrijfsverliezen door rijkstoelagen gedekt worden ; deze bedroegen 3 791 555 700 F in 1970, tegen 4 188 933 300 F in 1969.

CHAPITRE II
LES COKERIES

Section I — Production.

Le tableau 15 donne les productions mensuelles et annuelle de coke en 1970 et à titre de comparaison les productions de quelques années antérieures.

Pour l'ensemble du Royaume, la production de coke a été de 7 119 400 tonnes, inférieure de 129 500 t à celle de 1969 (7 248 900 t). La diminution a été de 1,79 %. On notera qu'elle est due au ralentissement de la production en janvier et février, conséquence des grèves prolongés qui ont paralysé le basin houiller de Campine à cette époque et compromis partiellement l'approvisionnement des cokeries en fines à coke.

Section II — Prix.

Les cokeries, comme les charbonnages, sont tenues de publier les prix de vente de leurs produits, en vertu du traité de Paris instituant la Communauté européenne du Charbon et de l'Acier.

Ces prix barémiques, qui avaient peu varié de 1959 à 1968, avaient subi en 1969 plusieurs hausses successives. En 1970, les barèmes ont à nouveau subi des majorations substantielles qui ont porté le prix du gros coke métallurgique de 1 500 F/t en moyenne fin 1969 à 1 800 F/t fin 1970 (+ 20 %).

Encore convient-il de noter que la part de la production de coke qui est mise sur le marché en Belgique n'excède guère un tiers ; les cokeries sidérurgiques, productrices de plus de 78 % du tonnage global, ont livré en 1970 plus de 93 % de leur coke aux entreprises sidérurgiques dans lesquelles elles sont intégrées.

HOOFDSTUK II
COKESFABRIEKEN

Afdeling I — Produktie.

In tabel 15 is de cokesproduktie van 1970 per maand en voor heel het jaar aangeduid. Ter vergelijking is ook de jaarproduktie van de jongste jaren erin vermeld.

Voor heel het Rijk bedroeg de cokesproduktie 7 119 400 ton, d.i. 129 500 ton minder dan in 1969, toen zij 7 248 900 t bedroeg (— 1,79 %). Deze vermindering is toe te schrijven aan de vertraging van de voortbrenging in januari en februari, als gevolg van de langdurige werkstakingen in het Kempens kolenbekken in die tijd, waardoor de kolenvoorziening van de cokesfabrieken gedeeltelijk in het gedrang gebracht werd.

Afdeling II — Prijzen.

Juist zoals de kolenmijnen, zijn de cokesfabrieken krachtens het Verdrag van Parijs tot oprichting van de Europese Gemeenschap voor Kolen en Staal verplicht hun prijzen openbaar te maken.

In 1969 werden deze schaalprijzen, die van 1959 tot 1968 over 't algemeen weinig veranderd waren, herhaaldelijk verhoogd. In 1970 zijn de prijzen weer aanzienlijk verhoogd, zodat de prijs van de hoogovencokes van gemiddeld 1 500 F/t einde 1969 tot 1 800 F/t einde 1970 gestegen is (+ 20 %).

Hierbij dient aangestipt, dat maar een derde van de cokesproduktie op de Belgische markt verkocht wordt ; de cokesfabrieken van staalondernemingen, die meer dan 78 % van de totale produktie voortbrengen, hebben in 1970 meer dan 93 % van hun cokes geleverd aan de staalbedrijven waaraan zij verbonden zijn.

TABLEAU 15 — TABEL 15

PRODUCTION DE COKE — PRODUKTIE VAN COKES

1.000 t — 1.000 t

	Cokeries sidérurgiques Cokesfabrieken van de staalnijverheid	Autres cokeries Andere cokesfabrieken	**Royaume Het Rijk**
Production mensuelle Maandproduktie 1970			
I	390,1	82,7	472,8
II	380,4	89,9	470,3
III	499,9	140,1	640,0
IV	483,2	137,0	620,2
V	502,5	140,0	642,5
VI	468,6	135,9	604,5
VII	497,3	139,2	636,5
VIII	494,3	140,1	634,4
IX	466,6	136,7	603,3
X	473,0	139,0	612,0
XI	437,4	130,9	568,3
XII	479,9	134,7	614,6
Production annuelle Jaarproduktie			
1970	5 573,2	1 546,2	7 119,4
1969	5 648,4	1 600,5	7 248,9
1968	5 341,1	1 902,0	7 243,1
1966	5 037,4	1 924,0	6 961,4
1964	5 263,4	1 965,8	7 229,2
1962	5 051,7	2 109,2	7 160,9

CHAPITRE III

LES FABRIQUES D'AGGLOMERES

Section I — Production.

Les productions mensuelles et annuelle d'agglomérés de houille en 1970 sont inscrites au tableau 16, avec rappel des chiffres de quelques années antérieures.

La production d'agglomérés, étroitement adaptée à la demande, est en régression constante depuis 1963. En sept ans, elle s'est trouvée réduite à moins d'un tiers (32,5 %) de son volume de 1963, après une nouvelle réduction de 5,9 % par rapport à l'année précédente.

Section II — Prix.

Le prix des briquettes a subi le 1er juillet 1970 une nouvelle hausse de 75 F/t qui a porté le prix du type « Marine » à 1 300 F/t .

Quant au boulets, leur prix a été pareillement majoré de 75 F/t à la même date, et porté à 1 290 F/t pour les boulets ordinaires à moins de 10 % de cendres.

HOOFDSTUK III

KOLENAGGLOMERATENFABRIEKEN

Afdeling I — Produktie.

In tabel 16 is de produktie van kolenagglomeraten voor iedere maand van 1970 en voor geheel het jaar aangeduid. Ter vergelijking is ook de jaarproduktie van de jongste jaren vermeld.

De produktie van agglomeraten, die nauw aan de vraag aangepast wordt, is sedert 1963 voortdurend verminderd. In zeven jaar tijds is zij tot minder dan een derde (32,5 %) van het cijfer van 1963 geslonken, na een nieuwe vermindering van 5,9 % in 1970 t.o.v. het vorige jaar.

Afdeling II — Prijzen.

De prijs van de briketten is op 1 juli 1970 opnieuw met 75 F/t gestegen, waardoor het type « Marine » op 1 300 F/t is komen te staan.

De prijs van de eierkolen is op dezelfde datum eveneens met 75 F/t verhoogd. Daarna bedroeg hij 1 290 F/t voor de gewone eitjes met minder dan 10 % as.

TABLEAU 16 — TABEL 16

PRODUCTION D'AGGLOMERES POUR LE ROYAUME — PRODUKTIE VAN KOLENAGGLOMERATEN IN HEEL HET RIJK

1.000 t — 1.000 t

Production mensuelle en 1970 — Maandproduktie 1970	
I	94,4
II	70,8
III	65,6
IV	81,5
V	50,6
VI	57,5
VII	19,3
VIII	49,8
IX	63,0
X	60,7
XI	60,4
XII	71,5
Production annuelle — Jaarproduktie	
1970	793,4 (1)
1969	745,1 (1)
1968 (2)	821,4
1967 (2)	871,3
1966 (2)	983,7
1965 (2)	1 074,3
1964 (2)	1 422,5
1963 (2)	2 294,2

(1) Chiffres provisoires.
(2) Chiffres définitifs de la statistique économique.

(1) Voorlopige cijfers.
(2) Definitieve cijfers van de ekonomische statistiek.

CHAPITRE IV

LE MARCHE DES COMBUSTIBLES SOLIDES

Les combustibles solides, c'est-à-dire le charbon, les agglomérés de houille, le coke et le lignite, produits en Belgique, font également l'objet d'importations soit en provenance des autres pays producteurs de la C.E.C.A. soit en provenance des pays tiers.

Par rapport à 1969, la production belge de charbon et, dans une moindre mesure, celle d'agglomérés ont encore décru ; les importations de charbon ont fortement augmenté (+ 15,2 %). La production de coke a légèrement baissé, de même que les importations de coke et d'agglomérés (respectivement — 1,8 et — 8,1 %).

Le tableau 17 met en évidence cette évolution du marché charbonnier belge.

Le tableau 18 donne le détail des fournitures aux différents secteurs de consommation du marché intérieur. Le tableau mentionne aussi les livraisons de briquettes de lignite importées.

HOOFDSTUK IV

DE MARKT VAN VASTE BRANDSTOFFEN

De vaste brandstoffen, dat zijn steenkolen, kolenagglomeraten, cokes en bruinkolen, worden in België voortgebracht en ook ingevoerd, hetzij uit de overige landen van de E.G.K.S., hetzij uit derde landen.

In vergelijking met 1969 is de produktie van kolen en in mindere mate die van kolenagglomeraten weer gedaald ; de invoer van kolen is aanzienlijk toegenomen (+ 15,2 %). De produktie van cokes is licht verminderd ; de invoer van cokes en agglomeratien eveneens (onderscheidenlijk — 1,8 en — 8,1 %).

Deze ontwikkeling van de Belgische kolenmarkt is in tabel 17 aangeduid.

In tabel 18 zijn de leveringen aan de verschillende verbruikssektoren van de Belgische markt aangeduid. Ook de leveringen van ingevoerde bruinkoolbriketten zijn in deze tabel vermeld.

TABLEAU 17 — TABEL 17

ASPECT DU MARCHE CHARBONNIER BELGE EN 1969 ET 1970

OVERZICHT VAN DE BELGISCHE KOLENMARKT IN 1969 EN 1970

1.000 t — 1.000 t

	1969			1970			
	Charbon / Kolen	Agglomérés / Agglomeraten	Cokes (1) / Cokes (1)	Charbon / Kolen	Agglomérés / Agglomeraten	Cokes (1) / Cokes (1)	
1. Production	13 200	793	7 249	11 363	745	7 119	1. Produktie
2. Importations	6 569	296	1 570	7 567	272	1 532	2. Invoer
3. Stocks au 1er janvier							3. Voorraden op 1 januari
— producteurs	1 735	30	108	631	22	83	— producenten
— importateurs	48	1	3	43	1	3	— importeurs
4. Achats	—	—	—	—	—	—	4. Aankopen
5. Solde des échanges	+ 105	+ 2	+ 109	+ 86	+ 3	+ 10	5. Saldo van de uitwis.
6. Disponibilités	21 657	1 122	9 039	19 690	1 043	8 747	6. Beschikbaar
7. Consomm. propre des prod. et fournitures au personnel	1 300	209	41	1 216	229	36	7. Door de producenten zelf verbruikt en geleverd aan het pers.
8. Fournit. à l'intérieur	18 781	770	8 330	17 685	703	7 840	8. Leveringen in België
9. Exportations							9. Uitvoer
— produits belges	900	120	483	529	91	604	— Belgische prod.
— produits importés	2	—	99	19	—	109	— ingevoerde prod.
10. Stocks au 31 déc.							10. Voorraden op 31 dec.
— producteurs	631	22	83	215	19	151	— producenten
— importateurs	43	1	3	26	1	7	— importeurs

(1) Cette rubrique comprend le coke de four, le coke de gaz et le semi-coke de houille.

(1) Deze rubriek omvat ovencokes,gascokes en kolenhalfcokes.

TABLEAU 18

FOURNITURES AU MARCHE INTERIEUR EN 1970

TABEL 18

LEVERINGEN OP DE BINNENLANDSE MARKT IN 1970

Secteurs de consommation	Charbon Kolen	Agglomérés Agglomeraten	Cokes Cokes	Lignites Bruinkool	Verbruikssektoren
Cokeries et usines à gaz	9 959	—	—	—	Cokes- en gasfabrieken
Fabriques d'agglomérés	669	3	—	—	Agglomeratenfabrieken
Centrales électriques	2 470	—	—	—	Elektrische centrales
Transports	29	1	17	—	Vervoer
Sidérurgie	174	2	7 072	—	IJzer- en staalnijverheid
Industries diverses	509	17	667	—	Diverse nijverheidstakken
Foyers domest. et artisanat	3 875	680	87	43	Huisbrand en kleinbedrijf
Total	17 685	703	7 840	43	*Totaal*

Par rapport à l'année 1969 le marché intérieur belge a diminué ses achats de charbon de 1 095 257 tonnes.

Dans ce total interviennent :

In vergelijking met 1969 heeft de Belgische markt 1 095 257 ton kolen minder gekocht.

Dit cijfer wordt als volgt onder de verschillende sektoren verdeeld :

le secteur domestique et artisanal pour	— 196 601	— 4,8 %	Huisbrand en kleinbedrijf
les centrales électriques pour	— 1 120 769	— 31,2 %	Elektriciteitscentrales
les industries diverses pour	— 215 860	— 29,8 %	Diverse nijverheidstakken
les fabriques d'agglomérés pour	+ 7 113	+ 1,1 %	Agglomeratenfabrieken
les cokeries pour	+ 466 389	+ 4,9 %	Cokesfabrieken
les transports pour . . .	— 2 914	— 9,3 %	Vervoer
et la sidérurgie pour . . .	— 32 615	— 15,8 %	IJzer- en staalnijverheid

Les tableaux 20, 21, 22 et 23 donnent respectivement les détails des importations et des exportations belges par pays d'origine et de destination. Les renseignements figurant dans ces tableaux ont été établis au moyen des données fournies par les producteurs et par les importateurs et ne comprennent que la Belgique.

Les chiffres officiels de l'Union économique belgo-luxembourgeoise, établis par l'Administration des Douanes, seront donnés dans la statistique définitive.

La comparaison du commerce extérieur des charbons de 1970 avec celui de 1969 met en lumière :

— une augmentation des importations (+ 1 000 797 t, soit + 15,24 %);

— une diminution sévère des exportations (— 351 438 t, soit — 39,0 %).

In de tabellen 20, 21, 22 en 23 zijn de in België ingevoerde en de uitgevoerde hoeveelheden ingedeeld naar het land van herkomst of van bestemming. Deze inlichtingen steunen op de aangiften van de producenten en de importeurs; zij betreffen uitsluitend België.

De officiële cijfers van de Belgisch-Luxemburgse Economische Unie, door het Tolbestuur opgemaakt, zullen in de definitieve statistiek gepubliceerd worden.

Als wij de buitenlandse handel in kolen van 1970 met die van 1969 vergelijken zien wij :

— dat de invoer gestegen is (+ 1 000 797 t of + 15,24 %);

— dat de uitvoer fel verminderd is (— 351 438 t of — 39,0 %).

TABLEAU 19

IMPORTATIONS BELGES DE CHARBON EN 1970

TABEL 19

INVOER VAN STEENKOLEN IN BELGIE IN 1970

tonnes — ton

Origines	Groupe I / Groep I	Groupe II / Groep II	Groupe III / Groep III	Groupe IV / Groep IV	Groupe V / Groep V	Groupe VI / Groep VI	Groupe VII / Groep VII	**Total / Totaal**	Herkomst
Allemagne occidentale	983 768	328 931	331 076	193 864	1 672 158	8 200	—	3 517 997	West-Duitsland
France	291 693	22 259	6 117	—	712	112	—	320 893	Frankrijk
Pays-Bas	526 865	225 521	—	—	—	—	—	752 386	Nederland
Pays de la C.E.C.A.	*1 802 326*	*576 711*	*337 193*	*193 864*	*1 672 870*	*8 312*	—	*4 591 276*	*E.G.K.S.-landen*
Royaume-Uni	107 818	109	—	—	2 499	—	—	110 426	Verenigd-Koninkrijk
Etats-Unis d'Amérique	659	157	—	165 370	1 608 300	259 124	—	2 033 610	Ver. Staten v. Amerika
U.R.S.S.	213 375	—	—	—	—	—	—	213 375	U.S.S.R.
Pologne	—	—	—	—	428 938	73 952	—	502 890	Polen
Espagne	3 236	—	15 812	—	—	—	—	19 048	Spanje
Turquie	—	—	—	—	69 827	11 239	—	81 066	Turkije
Divers	15 313	—	—	—	—	—	—	15 313	Diverse landen
Pays tiers	*340 401*	*266*	*15 812*	*165 370*	*2 109 564*	*344 315*	—	*2 975 728*	*Derde landen*
Ensemble 1970	*2 142 727*	*576 977*	*353 005*	*359 234*	*3 782 434*	*352 627*	—	*7 567 004*	*Samen 1970*
1969	2 110 500	756 173	249 739	185 894	3 085 893	178 008	—	6 566 207	1969
1968	1 883 280	1 076 173	203 391	213 807	3 075 566	172 140	575	6 624 932	1968
1967	1 429 060	995 730	272 585	188 673	2 807 148	166 105	—	5 589 301	1967
Mouvements des stocks chez les importateurs en 1970	*— 17 772*	—	—	—	—	—	—	*— 17 772*	*Beweging van de voorraden bij de invoerders in 1970*
Ecoulement en 1970									*Afzet in 1970*
1. Marché intérieur	2 159 407	576 977	353 005	359 234	3 768 434	348 627	—	7 565 684	1. Binnenlandse markt
2. Réexportation	1 092	—	—	—	14 000	4 000	—	19 092	2. Wederuitvoer

TABLEAU 20 — TABEL 20

IMPORTATIONS BELGES DE COKES, D'AGGLOMERES ET DE LIGNITE EN 1970

INVOER VAN COKES, AGGLOMERATEN EN BRUINKOLEN IN BELGIE IN 1970

tonnes — ton

Origines	Agglomérés de houille / Steenkolenagglomeraten: Boulets / Eierkolen	Boulets défumés / Rookloze eierkolen	**Total** / **Totaal**	Coke de four et semi-coke de houille / Ovencokes en steenkolenhalfcokes: > 80 mm	< 80 mm	**Total** / **Totaal**	Coke de gaz / Gascokes	Briquettes de lignite / Bruinkoolbriketten	Herkomst
Allemagne occidentale	8 719	8 359	17 158	292 701	631 420	924 121	—	42 560	West-Duitsland
France	215(*)	—	215(*)	126 706	89 663	216 369	—	—	Frankrijk
Pays-Bas	115 729	138 544	254 273	61 942	187 746	249 688	—	—	Nederland
Pays de la C.E.C.A.	*124 743(*)*	*146 903*	*271 646(*)*	*481 349*	*908 829*	*1 390 178*	—	*42 560*	*E.G.K.S.-landen*
Royaume-Uni	—	—	—	1 136	48 985	50 121	—	—	Verenigd-Koninkrijk
Etats-Unis d'Amérique	—	—	—	17 463	25 831	43 294	—	—	Ver. Stat.v.Amerika
U.R.S.S.	—	—	—	—	13 078	13 078	—	—	U.S.S.R.
Pologne	—	—	—	—	11 828	11 828	—	—	Polen
Espagne	—	—	—	—	10 329	10 329	—	—	Spanje
Divers	—	—	—	—	12 093	12 093	718	—	Diverse landen
Pays tiers	—	—	—	*18 599*	*122 144*	*140 743*	*718*	—	*Derde landen*
Ensemble 1970	*124 743(*)*	*146 903*	*271 646(*)*	*499 948*	*1 030 973*	*1 530 921*	*718*	*42 560*	*Samen 1970*
1969	167 330	129 259	296 589	362 346	1 298 410	1 660 756	8 373	48 570	1969
1968	188 017	105 257	293 274	501 779	812 549	1 314 328	8 709	55 939	1968
1967	198 227	109 425	307 654	397 987	400 607	780 594	13 014	54 211	1967
Mouvement des stocks chez les importateurs en 1970	—	*—236*	*—236*	*+ 1 394*	*+ 2 724*	*+ 4 118*	—	—	*Beweging van de voorraden bij de invoerders in 1970*
Ecoulement en 1970									*Afzet in 1970*
1. Marché intérieur	124 743(*)	147 139	271 882(*)	439 302	978 829	1 418 131	718	42 560	1. Binnenlandse markt
2. Réexportation	—	—	—	59 252	49 420	108 672	—	—	2. Wederuitvoer

TABLEAU 21 — TABEL 21

EXPORTATIONS BELGES DE CHARBONS EN 1970 — UITVOER VAN STEENKOLEN UIT BELGIE IN 1970

tonnes — ton

Destinations	CHARBONS BELGES — BELGISCHE KOLEN							Charbon importé / Ingevoerde kolen	Total / Totaal	Bestemming
	Anthracite / Antraciet	Anthracite B et maigres / Antraciet B en magerkool	½ gras / ½ vetkool	¾ gras / ¾ vetkool	Gras A / Vetkool A	Gras B / Vetkool B	**Total / Totaal**			
Allemagne occidentale	1 869	4 000	3 936	—	—	338 099	347 904	—	347 904	West-Duitsland
France	53 074	10 368	8 154	—	3 269	29 941	104 806	18 000	122 806	Frankrijk
Luxembourg	6 852	3 000	—	—	—	1 360	11 185	—	11 185	Luxemburg
Pays-Bas	9 540	—	—	—	30 159	17 776	57 475	13	57 488	Nederland
Pays de la C.E.C.A.	*71 308*	*17 368*	*12 090*	—	*33 428*	*387 176*	*521 370*	*18 013*	*539 383*	*E.G.K.S.-landen*
Autriche	247	25	—	—	—	—	272	—	272	Oostenrijk
Suisse	25	—	—	—	—	5 964	5 989	1 079	7 068	Zwitserland
Divers	—	—	—	—	—	1 599	1 599	—	1 599	Diverse landen
Pays tiers	*272*	*25*	—	—	—	*7 563*	*7 860*	*1 079*	*8 939*	*Derde landen*
Ensemble 1970	*71 580*	*17 393*	*12 090*	—	*33 428*	*394 739*	*529 230*	*19 092*	*548 322*	*Samen 1970*
Soutes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*Zeevaart*
1969	150 120	25 098	11 140	378	207 002	504 209	897 877	1 883	899 760	1969
1968	140 473	15 482	904	25	490 047	497 584	1 144 515	1 461	1 145 976	1968
1967	149 339	11 152	420	—	552 155	797 391	1 510 457	520	1 510 977	1967

TABLEAU 22 / TABEL 22

EXPORTATIONS BELGES DE COKES ET AGGLOMERES EN 1970 / UITVOER VAN COKES EN AGGLOMERATEN UIT BELGIE IN 1970

tonnes / ton

Destination	Agglomérés de houille / Steenkolenagglomeraten			Coke de four et semi-coke de houille / Ovencokes en steenkolenhalfcokes					Coke de gaz importé / Ingevoerde gascokes	Bestemming
	Briquettes / Briketten	Boulets / Eierkolen	Total / Totaal	Coke de four belge / Belgische ovencokes			Coke de four et semi-cokes de houille importé / Ingevoerde ovencokes en steenkolenhalfcokes	Total / Totaal		
				> 80 mm	< 80 mm	Total / Totaal				
Allemagne occident.	225	8 485	8 710	7 875	12 773	20 648	12 839	33 487	—	West-Duitsland
France	32	51 254	51 286	33 043	44 400	77 443	—	77 443	—	Frankrijk
Italie	—	—	—	42	—	42	—	42	—	Italië
Luxembourg	50	—	50	142 562	43 021	185 583	—	185 583	—	Luxemburg
Pays-Bas	474	—	474	14 396	2 370	16 766	2 823	19 589	—	Nederland
Pays de la C.E.C.A.	*781*	*59 739*	*60 520*	*197 918*	*102 564*	*300 482*	*15 662*	*316 144*	—	*E.G.K.S.-landen*
Allemagne orient.	—	—	—	23 234	2 053	25 287	12 879	38 166	—	Oost-Duitsland
Autriche	—	24 127	24 127	3 430	23 772	27 202	—	27 202	—	Oostenrijk
Danemark	—	—	—	6 950	3 091	10 041	1 321	11 362	—	Denemarken
Finlande	—	—	—	15 065	—	15 065	23 357	38 422	—	Finland
Norvège	—	—	—	—	3 084	3 084	3 542	11 626	—	Noorwegen
Portugal	—	—	—	10 258	2 125	12 383	2 273	14 656	—	Portugal
Suède	—	—	—	95 241	15 055	110 296	20 715	131 011	—	Zweden
Suisse	1 221	—	1 221	—	9 865	9 865	—	9 865	—	Zwitserland
Divers	2 489	3 062	5 551	59 083	31 562	90 645	23 923	114 568	—	Diverse landen
Pays tiers	*3 710*	*27 189*	*30 899*	*213 261*	*90 607*	*303 868*	*93 010*	*396 878*	—	*Derde landen*
Ensemble 1970	*4 491*	*86 928*	*91 419*	*411 179*	*193 171*	*604 350*	*108 672*	*713 022*	—	*Samen 1970*
Soutes	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*Zeevaart*
1969	7 246	112 828	120 074	330 840	152 157	482 997	99 417	582 414	—	1969
1968	6 772	89 438	96 210	434 975	235 587	670 562	8.123	678 685	—	1968
1967	9 717	88 456	98 173	469 148	299 187	768 335	5 108	773 443	—	1967

Sélection des fiches d'INIEX

INIEX publie régulièrement des fiches de documentation classées, relatives à l'industrie charbonnière et qui sont adressées notamment aux charbonnages belges. Une sélection de ces fiches paraît dans chaque livraison des Annales des Mines de Belgique.

Cette double parution répond à deux objectifs distincts :

a) *Constituer une documentation de fiches classées par objet,* à consulter uniquement lors d'une recherche déterminée. Il importe que les fiches proprement dites ne circulent pas ; elles risqueraient de s'égarer, de se souiller et de n'être plus disponibles en cas de besoin. Il convient de les conserver dans un meuble ad hoc et de ne pas les diffuser.

b) *Apporter régulièrement des informations groupées par objet,* donnant des vues sur toutes les nouveautés.

C'est à cet objectif que répond la sélection publiée dans chaque livraison.

A. GEOLOGIE. GISEMENTS. PROSPECTION. SONDAGES.

IND. **A 24** Fiche n° **56.489**

K. BURGER. Zur grossräumigen Verteilung der Scharungsbereiche und über das fazielle Verhalten der Flöze im Schichtenabschnitt Zollverein 8 1/2 - Zollverein 8 - Zollverein 7 (EB) des Westfal B im niederrheinisch-westfälischen Steinkohlenrevier. *La répartition dans de grands espaces des gammes de faisceaux de veines et du comportement dans le faisceau de celles-ci au niveau de Zollverein 8 1/2 - Zollverein 8 - Zollverein 7 (EB) du Westphalien B dans le Bassin houiller de Rhénanie septentrionale-Westphalie.* — **Glückauf-Forschungshefte,** n° 5, 1970, octobre, p. 233/245, 5 fig.

Les études de la stratigraphie et des faciès et l'intérêt qu'elles présentent dans la pratique de l'exploitation. Horizons de repères stratigraphiques (tonsteins). Comportement et allure des tonsteins dans le faisceau des veines considéré. Etude des faciès, c'est-à-dire des faisceaux de veines, comme conditions indispensables au choix des gisements et à l'établissement des critères de leur exploitabilité.

Biblio. 29 réf.

IND. **A 43** Fiche n° **55.966**

M. LOPEZ-LINARES. Résultats obtenus par les méthodes géophysiques appliquées à la prospection minière (texte en espagnol). — **VI**^e^ **Congrès International de l'Industrie Minière,** Madrid 1970 1/6 juin. Communication III-C 5, 8 p., 9 fig.

Au cours des dernières années, le développement de la méthode de polarisation par induc-

tion (P.I.) fut mis en relief en tant qu'aboutissement des progrès réalisés dans les méthodes géophysiques. L'auteur étudie les bases théoriques de la méthode, les gisements auxquels elle s'applique, les techniques de mesure de champ dans différents cas et ses avantages principaux par rapport aux autres méthodes conventionnelles : 1. C'est la seule méthode pouvant détecter les minerais métalliques disséminés, ce qui augmente encore les dimensions de l'objectif dans les cas de minerais massifs entourés de « halos » de minéralisation plus disséminée. 2. Elle peut détecter certains minerais non métalliques avec des quantités relativement petites de sulfure métallique. 3. Dans certaines conditions géologiques, la méthode P.I. est plus utile dans l'exploration de sulfure massif que les méthodes électromagnétiques. Ces avantages ont permis la découverte de minéralisations au cours des dernières années. L'auteur étudie en détail 2 cas où l'application de la méthode P.I. a produit des anomalies importantes qui, après sondages, ont mis en évidence d'importantes minéralisations dans lesquelles on pousse actuellement les forages afin de voir s'il existe des réserves suffisantes justifiant des gisements commerciaux. Ces deux découvertes sont toutes deux situées au S.O. de l'Espagne. Dans le premier cas, il s'agit de gisements de pyrite cuivreuse en formations paléozoïques, couvertes par des formations quaternaires. Ici, l'avantage de la méthode P.I. qui a donné lieu à de fortes anomalies, apparaît évident. Le premier sondage qui a été réalisé suivant les résultats géophysiques, a recoupé de la pyrite cuivreuse sur plusieurs m. Dans le deuxième cas, il s'agit de formations paléozoïques affleurantes où l'utilisation des méthodes géochimiques a été choisie comme moyen de reconnaissance général. Par la suite, on a utilisé la méthode P.I. qui a mis en évidence une anomalie de plusieurs km de longueur. Sept sondages mécaniques ont été réalisés en fonction de cette anomalie et ils ont intercepté des minéralisations de pyrite et de calcopyrite disséminée. Ici également, apparaît comme évident, l'avantage de la méthode P.I. car c'est la seule méthode géophysique capable de détecter des minéralisations de ce type.

Biblio. : 8 réf.

Résumé de la revue.

B. ACCES AU GISEMENT. METHODES D'EXPLOITATION.

IND. **B 23** Fiche n° **56.536**

P. KUPIAS. Die Herstellung von Hochbrüchen mit langen Bohrlöchern und abschnittsweisem Sprengen in den Bergbaubetrieben der Outokumpu Oy. *Le creusement de cheminées montantes par longs trous de mine et par tirs de mise en section dans les mines d'Outokumpu Oy.* — **Erzmetall,** 1970, octobre, p. 469/474, 9 fig. 1971, janvier, p. 39/40. (Discussion).

A la mine en question, pour le creusement en montant au rocher de burquins fortement inclinés ou verticaux (de section, soit carrée 1,5 à 2 m de côté, soit circulaire au diamètre de 2,5 à 3 m), on a mis au point la méthode dite des « longs trous forés » qui, en fait, est une variante de la méthode du « bouchon canadien » ou à trous de détente. En première phase de travail, à l'aide d'un châssis-jumbo spécialement construit, pour 1, 2, 3 ou 4 affûts porteurs des marteaux perforateurs, on fore (au diamètre de 127 mm) 1, 2, 3 ou 4 trous de sonde orientés selon l'axe du futur burquin et également répartis autour de cet axe pour constituer les trous de détente du bouchon de tir. Bien qu'en raison de la rigidité du châssis, les déviations des trous forés restent faibles (en moyenne 0,8 cm/m pour un trou de 30 m), la longueur maximale de ces sondages ne dépasse pas 45 m. L'auteur expose : 1) la méthode de travail, la technique et l'organisation; les opérations élémentaires : forage des longs trous de détente, forage des trous de mine d'abattage et tir des mines, chargement, etc.; 2) l'attelée par poste : 5 à 7 hommes au chantier, selon la dureté des roches; 3) le rendement à l'avancement : 0,43 m à 0,53 m/Hp selon la dureté des terrains; 4) le coût de revient du mètre de burquin terminé : 135 DM/m en terrains tendres, 203 DM/m en terrains durs.

IND. **B 4110** Fiche n° **55.978**

L.J. MILLS. The million tons per annum face. *La taille qui produit 1 million de tonnes par an.* — **VIe Congrès International de l'Industrie Minière,** Madrid 1970, 1/6 juin. Communication III-D 7, 8 p., 2 fig.

L'auteur analyse les problèmes posés aux ingénieurs d'exploitation pour produire, à l'aide des équipements élaborés et construits en Grande-Bretagne, un million de tonnes par an, dans une longue taille totalement mécanique. Une telle conception de la « taille mégatonnes » se justifie puisqu'on a réalisé déjà dans une longue taille de 128 m, dans une couche en plateure de 2,45 m d'ouverture, pendant 5 jours, 21.083 t avec un rendement taille de 55 t/Hp. Les problèmes sont de 3 ordres et concernent respectivement : a) les études détaillées d'opérations élémentaires; b) l'entretien systématique des équipements; c) l'éducation professionnelle et l'entraînement du personnel. L'auteur étudie les limitations qui peuvent s'opposer à l'atteinte de cet objet: dégazage de la taille, ventilation, creusement des voies d'exploitation, préparation des tailles, transfert d'équipement d'une taille à l'autre, services

nécessaires dans la taille, incertitudes géologiques. Pour terminer, il formule des suggestions personnelles en ce qui concerne les moyens possibles de neutraliser ou réduire les effets limitatifs des facteurs mentionnés ci-dessus.

IND. **B 4110** Fiche n° **56.540**

J.E. KATLIC. Long wall experience in the Pittsburgh Seam. *Application de longues tailles dans la couche Pittsburgh.* — **Mining Congress Journal,** 1970, juillet, p. 38/43, 8 fig.

A la Federal n° 1, mine de la Eastern Associated Coal Corp., on a récemment introduit les longues tailles. Les résultats donnés par les chambres et piliers étaient cependant satisfaisants, mais le toit de la couche Pittsburgh, 2,40 m d'ouverture, était assez difficile à soutenir et le grisou est relativement abondant. La profondeur moyenne est de 180 m. L'équipement comprend : abatteuse-chargeuse Eickhoff à double direction, tambours de hauteur variable : 1,30 m de diamètre, profondeur de coupe 0,75 m, deux moteurs de 230 cv, plaques de rampes activées, soutènement par piles Gullick à 6 étançons de 75 t, convoyeur blindé Meco 0,75 m de largeur avec 2 moteurs de 120 cv - 1000 V - vitesse 51 m/min, chargeuse Meco, console de contrôle. Les transports se font par covoyeurs à courroie de 0,90 m depuis la chargeuse, puis de 1,05 m et enfin dans les berlines, transports pourvus de contrôles centralisés. L'infusion d'eau va être appliquée pour supprimer la poussière. Dans la taille, on n'a pas éprouvé de difficultés de soutènement, mais dans les voies d'extrémité, qui sont à deux ou trois entrées avec recoupes, des éboulements du toit et des soulèvements de mur ont été sérieux. On emploie du boisage avec bêles et boulons de toit, garnissage en planches ou madriers, etc. L'exploitation par longues tailles est jugée très avantageuse. On a atteint 2.500 t par poste, 6.000 t brutes par 24 h. L'économie réalisée est estimée à 1,5 dollar par tonne.

IND. **B 4110** Fiche n° **56.553**

W.J. CHARLTON. Thousand ton per shift face at Kellingley. *Une taille produisant 1.000 t par poste à Kellingley.* — **Colliery Guardian, Annual Review of the Coal Industry,** 1970, septembre, p. 68/72, 6 fig.

Kellingley, dans le nord-est du Yorkshire, exploite une couche de 3 m à 690 m de profondeur. Une taille de 200 m déhouille sur 2,10 m de hauteur avec l'équipement suivant : convoyeur blindé de 75 cm de largeur avec deux têtes motrices de 120 cv; concasseur; deux machines : une AB 200 cv double tambour de 1,50 m à hauteur variable, une AB 125 cv à un seul tambour de 1,80 m, hauteur variable à sous-châssis hydraulique permettant d'élever la machine et de faire le bosseyement de la voie de retour; étançons à progression mécanique de fort calibre Gullick. Les épis de remblais se font avec blocs de béton. L'article renseigne les prix de l'équipement et les coûts de l'exploitation, salaires, consommations, etc... Il fournit des renseignements sur le système des communications, organisé dans le personnel et sur la formation. Des services de spécialistes contribuent à la bonne marche de l'exploitation et à la sécurité. Les 4 tailles en exploitation depuis cette année produisent fréquemment 1000 t par poste et 3000 t par jour. Le rendement oscille autour de 5 t (total). Différentes améliorations d'organisation sont en cours, visant à augmenter la production.

IND. **B 4112** Fiche n° **56.555**

J.R. HUNTER. Lea Hall colliery. Full extraction of the Deep Seam. *Charbonnage de Lea Hall. Extraction complète de la Deep Seam.* — **Colliery Guardian, Annual Review of the Coal Industry,** 1970, septembre, p. 82/86, 5 fig.

La Couche Profonde (Deep Seam) du charbonnage de Lea Hall a 2,10 m et est surmontée d'un toit en grès massif. La profondeur est de 300 ou 480 m. Les tailles sont avançantes, de 150 à 225 m de longueur, et équipées de machine à tambour de hauteur variable, étançons à progression mécanique. Suppression des niches à la voie de retour, voie principale poussée en avant. Récemment, on a décidé de modifier la méthode d'exploitation en appliquant le système « IFS » (immediate forward system - poussée en avant immédiate). Il consiste à avancer le soutènement aussitôt que l'abatteuse-chargeuse est passée et que le toit est exposé, de manière à soutenir le toit aussitôt que possible, avant même le ripage du convoyeur blindé, ce qui suppose que l'étançon le plus avancé soit initialement placé une largeur de coupe en arrière du convoyeur. On adopte en même temps l'exploitation rabattante. La méthode permet une extraction plus complète et une production améliorée.

IND. **B 426** Fiche n° **55.960**

A.M. BALUTA. Etudes sur la régularité de l'augmentation des pressions et le perfectionnement du système d'exploitation, du fait de la réalisation des travaux en étages à grande profondeur dans le bassin minier du Krivoi Rog (texte en russe). — **VIe Congrès International de l'Industrie Minière,** Madrid 1970, 1/6 juin. Communication III-B 8, 7 p., 6 fig.

La principale méthode utilisée pour l'exploitation des couches de minerais de fer (résistance pouvant atteindre 1500 kg/cm^2) est le dépilage par sous-étages foudroyés. Des zones de contraintes élevées se développant lorsque la profondeur d'exploitation augmente, le contrôle des galeries

et du minerai en chambre devient difficile. Utilisant la technique des modèles théoriques pour représenter le comportement des chambres foudroyées et des massifs de roches en place, ainsi que des mesures in situ, les chercheurs ont pu déterminer, pour cette région, la relation existant entre la pression des terrains et la profondeur. Comme on pouvait s'y attendre, les variations de pression sont affectées par la géométrie du dépôt minéral et la disposition des ouvrages miniers, par la méthode d'exploitation et par la vitesse d'avancement. On est ainsi arrivé aux conclusions ci-après : a) la distribution horizontale des piliers a une grande influence sur les contraintes dans la mine; b) la distribution des pressions est fonction de la qualité du toit; c) l'expérience a montré que la longueur des piliers doit augmenter de 2 m pour une augmentation de 100 m, à partir de la longueur repère correspondant à la profondeur de 100 m. Mettant à profit ces observations, on a mis au point une variante du soutirage par sous-étages foudroyés, à tranches verticales. La méthode utilise des bouchons de forage et longs trous de forage inclinés. La production par Hp atteint 50 t. Dans les parties moins épaisses du gisement, on essaie d'employer la taille continue avec soutènements mécanisés (boucliers).

Biblio. : 10 réf.

IND. **B 512** Fiche n° **56.404**

X. Two seams coal stripping with one shovel. *L'exploitation à ciel ouvert de deux couches avec une seule pelle.* — **World Mining**, 1970, septembre, p. 48/49, 4 fig.

La mine d'Ayrgam de la Ayrshire Coal C° dans le Kentucky exploite à ciel ouvert simultanément 2 couches de charbon séparées par 5 m de roches. L'une a 1,50 m et l'autre 2 m. Le recouvrement des morts-terrains est de 1 à 36 m. Une pelle mécanique de 50 m^3 avec flèche de 57 m exécute tout le travail d'excavation, aidée pour le chargement par deux pelles de 2,5 m^3 avec flèches de 18 m. La mine doit extraire 2,5 Mio. t par an pendant 12 ans. L'explosif utilisé pour cette exploitation est le nitro-carbonitrate chargé en trous de 275 mm de diamètre distants de 9 m et profonds de 15 m en moyenne, 250 kg d'explosif dans chaque trou, ceci pour l'enlèvement des morts-terrains : l'intervalle entre les 2 couches ne demandant que des trous de 1,80 m chargés de 10 à 15 kg d'explosif. La remise en état des terrains superficiels après exploitation est organisée de façon continue. La mine occupe 117 personnes.

IND. **B 54** Fiche n° **56.462**

W.E. TRAUFFER. Kaiser's new 2,000 tph $ 10 millions sand and gravel plant. *L'installation nouvelle de production de sable et gravier de 2000 t/h, 10 millions de dollars, de la Kaiser Cie.* — **Pit and Quarry**, 1970, juin, p. 67/86 et 105, 24 fig.

Les installations nouvelles d'exploitation de sable et gravier de la Kaiser Cie à Radum, Californie, ont une capacité de 2000 t/h et sont pourvues des moyens de contrôle automatiques les plus modernes. Elles comprennent : excavations à ciel ouvert de sable et gravier à sec et humide; criblage et classement; concassage et broyage; production de 11 fractions de gravier et 2 types de sable; remise en état des terrains après exploitation, etc... L'article, abondamment illustré, décrit ces vastes installations dont le fonctionnement est contrôlé par ordinateurs. Le dépôt exploité a 27 m d'épaisseur, dont les 6 m inférieurs sont sous le niveau hydrostatique. Exploitation par bulldozers sur stockage, moyens de transport, mélange, chargement, chenilles dans la partie sèche, et par excavatrice à pelle de 7,5 m^3 dans la partie humide.

IND. **B 62** Fiche n° **56.394**

J.B. DAVIS et D.A. SMOCK. Solutions mining of thin bedded potash. *L'exploitation par dissolution de potasse en lits minces.* — **Mining Engineering**, 1970, juillet, p. 106/109, 2 fig.

Dans le bassin de Carlsbad du Nouveau Mexique, un gisement de potasse en lits minces se présente avec 12 zones exploitables, d'allure plate. Des essais d'exploitation par dissolution ont été effectués dans la troisième, de 1,20 m d'épaisseur et à 345 m de profondeur. A cet effet, trois trous de sonde aux sommets d'un triangle équilatéral et un quatrième au centre distant de 60 m des trois autres, ont été forés et des essais de dissolution par injection ont été pratiqués avec enregistrement des résultats. Il s'agissait de comparer les avantages de l'exploitation par un seul puits servant à la fois de point d'injection et de point d'instruction, à ceux de l'exploitation par deux puits séparés ou de puits multiples. Des multiples expériences, on a pu conclure aux avantages de l'exploitation par deux puits et de nombreuses observations ont été faites concernant l'allure du processus de dissolution, la façon la plus avantageuse d'opérer afin de retirer la potasse avec le meilleur rendement.

C. ABATTAGE ET CHARGEMENT.

IND. **C 21** Fiche n° **56.477**

K. WUESTENHAGEN et H. SCHULZ. Vorspalten eines Gesteinsbandes (Band-Vorspalten) beim Vortrieb im Strecken-, Stollen- und Tunnelbau. *Préfissuration en bordure de roche le long du contour désiré de la section de la galerie, lors du creusement de voies, gale-*

ries à flanc de coteau et tunnel. — **Nobel Hefte**, 1970, septembre, p. 165/169, 4 fig.

En examinant les différentes méthodes de tir ménagé qui sont pratiquées dans la technique de creusement de galeries au rocher ou de tunnels dans le but de parvenir à un découpage de surfaces lisses, on se demande s'il n'est pas possible d'obtenir un effet similaire ou même un meilleur résultat en forant deux files de trous de mine concentriques et parallèles de manière à créer et préfissurer une bordure de roche le long du contour désiré de la galerie. Les auteurs donnent un rapport sur les essais qui ont été faits dans le but d'étudier les possibilités d'une telle technique de « préfissuration en bordure ». A titre de comparaison, on a fait des essais analogues dans les mêmes conditions en appliquant la méthode conventionnelle de préfissuration. Dans une partie des essais, on a mis à l'épreuve des explosifs en cartouches destinés spécialement au tir ménagé. Les auteurs décrivent les plans de forage et de tir et dépouillent les résultats sous l'aspect du rendement du tir. Les mesures séismiques faites au cours des essais ont mené à la conclusion que, dans les conditions données, la technique de la préfissuration en bordure engendrait des vibrations plusieurs fois plus fortes que la méthode normale du tir à préfissuration.

Biblio. 7 réf.

Résumé de la Revue.

IND. **C 2211** Fiche n° **55.984**

R. COTZA, G. GACCHELE et E. OCCELLA. Recherches sur les vibrations et les poussières engendrées par la foration mécanique. — **VIe Congrès International de l'Industrie Minière,** Madrid 1970 1/6 juin. Communication IV-4, 11 p., 9 fig.

L'Institut de Mines et de Préparation des Minerais de l'Université de Cagliari et l'Institut des Mines de l'Ecole Polytechnique de Turin ont étudié en collaboration le travail du marteau-perforateur en roche dure, au banc d'essais. Leurs investigations ont concerné les deux aspects ci-après : 1) *Vibrations :* Ils ont tout d'abord étudié les caractéristiques cinétiques et dynamiques du phénomène de vibration. Ils ont constaté que la courbe des vibrations en fonction du temps est aléatoire et caractérisée par un sommet accentué qui correspond à une fréquence fondamentale comprise entre 23 et 37,5 Hz, avec un mouvement max. de 314 microns. Au cours de la recherche des effets dynamiques localisés à la poignée des perforateurs habituels, on a constaté qu'un spectre de fréquence du niveau de l'accélérateur, est à peu près continu et que les niveaux totaux sont de l'ordre de 30 g (9 étant l'accélération de la pesanteur). On a observé la diminution des vibrations résultant du recours à une poignée spéciale, munie d'un dispositif anti-vibrateur. On n'a obtenu une réduction acceptable des vibrations que pour des fréquences supérieures à 150-200 Hz./2. *Poussières :* On a déterminé la composition granulométrique des débris de forage et la teneur en fines poussières mises en suspension dans l'atmosphère. On a utilisé des perforateurs différents utilisés dans des conditions d'exploitation variées et, de plus, on a examiné l'effet de l'eau de curage et des agents mouillants. Les expérimentateurs ont constaté que : a) le rôle le plus important est joué par le débit d'eau; b) la formation de poussière respirable est liée directement à la puissance du marteau et à son poids; c) il y a corrélation inverse entre une valeur moyenne du curage et une concentration numérique de la poussière respirable; d) par l'addition de modifications de tension, on peut abaisser la teneur en poussière qui se produit au cours du forage; e) dans les roches siliceuses, la teneur en Si02 libre de la poussière respirable est, pour la plupart des agents tensio-actifs essayés, plus élevée que celle qui se détermine à la suite d'addition d'eau pure. Biblio. : 9 réf.

IND. **C 239** Fiche n° **56.542**

R. HAMBURGER. State of mineral extraction projects using nuclear explosives. *Etat des projets d'extraction minérale au moyen d'explosifs nucléaires.* — **Mining Congress Journal,** 1970, juillet, p. 48/52, 6 fig.

L'exploitation de minerais à faible teneur réclame, pour être économique, des méthodes nouvelles. Les explosions nucléaires peuvent apporter une solution à la condition que le prix en soit compétitif. L'explosion nucléaire peut avoir pour but de briser les roches en vue de provoquer leur écoulement vers une cheminée aboutissant à un niveau d'extraction situé en contrebas de la zone foudroyée. Cet emploi est analogue en principe à celui des explosifs ordinaires dans certains modes d'exploitation (foudroyage par blocs), mais il se peut que la roche considérée donne des résultats de fragmentation meilleurs avec l'explosif nucléaire. Celui-ci peut avoir une autre utilisation : accroître la porosité et la perméabilité des roches minéralisées, afin de permettre la dissolution « in situ ». Enfin, les explosifs nucléaires peuvent être utilisés pour l'enlèvement du découvert dans certaines exploitations à ciel ouvert. Dans tous les cas, leur application appelle des conceptions nouvelles, très différentes de celles auxquelles nous ont habitués les autres sources d'énergie.

IND. **C 245** Fiche n° **56.478**

H. SPLITTBERGER. Ueber die dynamische Beanspruchung von Gebäuden durch Sprengerschütterungen. *La sollicitation dynamique des immeubles par les ébran-*

lements dus aux tirs d'explosifs. — **Nobel Hefte**, 1970, septembre, p. 170/179, 7 fig.

Pour porter un jugement sur l'importance des dégâts d'immeubles imputables aux vibrations du sol causées par des travaux à l'explosif, on se borne, en règle générale, au mesurage des vibrations des fondations. Dans la plupart des cas, on se contente d'estimer les effets nuisibles pour l'ensemble du bâtiment en comparant les valeurs mesurées dans les fondements avec des valeurs normales établies par voie empirique. Les déformations et les contraintes dynamiques qu'elles provoquent peuvent être déterminées avec une exactitude plus grande si les vibrations sont mesurées à différents endroits de l'immeuble. C'est pourquoi l'auteur examine et compare les mesures de vibrations dans les fondements, dans les murs extérieurs à différents niveaux de l'immeuble et dans les plafonds des étages. Il souligne les différences des amplitudes des vibrations aux différents points de mesure. De plus, il tient compte des déformations de l'immeuble en direction horizontale qu'il ne faut pas négliger. L'auteur décrit une méthode permettant d'estimer les contraintes au-dessus du niveau du sol, surtout les contraintes alternatives de cisaillement, en mesurant les vibrations dans les murs extérieurs, compte tenu du déphasage. La méthode de calcul est expliquée à l'aide d'un exemple qui décrit les mesures des vibrations engendrées par le tir avec gros trous dans une carrière de calcaire.

Biblio. 10 réf.

Résumé de la Revue.

IND. **C 4220** Fiche n° **55.954**

B. SANN. Probleme beim Einsatz von Kohlengewinnungsmaschinen und ihre Lösung mit Hilfe wissenschaftlicher Methoden. *Problèmes relatifs à l'utilisation de machines d'abattage au charbon et leur solution à l'aide de méthodes scientifiques.* — **VIe Congrès International de l'Industrie Minière,** Madrid 1970, 1/6 juin. Communication III-B 2, 18 p., 20 fig.

L'engin d'abattage dont il est question est le rabot; les problèmes que pose son utilisation sont analysés sous les rubriques ci-après : 1) Problèmes du rendement du rabot, les paramètres pris en considération étant la vitesse de marche et le nombre de rabots dans la taille. 2) Marche du rabot sous les aspects réglage de la vitesse et de la profondeur de coupe, stabilité de l'engin par rapport aux 3 axes orthogonaux et possibilité de régler la marche du rabot autour de ces 3 axes. 3) Demande en énergie d'une installation de rabotage, notamment pour la tête motrice, le tourteau d'entraînement, les chaînes du rabot même et du convoyeur blindé. 4) Problèmes de la sécurité de marche (entretien et fréquence des travaux de réparation). 5) Sécurité du personnel. 6) Quant au convoyeur, l'étude porte sur son chargement (détermination de la section transversale et de la vitesse). 7) La puissance du moteur de commande en tenant compte des forces motrices nécessaires et des pertes dues à l'engrènement au tourteau, ou frottement entre la chaîne et les couloirs et entre les couloirs et les produits à évacuer.

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAIN. SOUTENEMENT.

IND. **D 230** Fiche n° **55.943**

W. GIMM, G. DUCHROW et K.H. HOEFER. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse der Gebirgsmechanik im Salinar und ihre praktische Nutzanwendung in der modernen Technologie. *Des nouvelles connaissances par la science de la mécanique des roches dans les salines et leur application dans la technologie moderne.* — **VIe Congrès International de l'Industrie Minière,** Madrid 1970, 1/6 juin. Communication II-B 8, 11 p., 11 fig.

Pour toutes les exploitations minières dans les gisements salins, c'est, d'une part, le choix des méthodes d'exploitation les plus favorables du point de vue technique et économique et, d'autre part, l'évitement des dangers hydrologiques, qui représentent les tâches les plus importantes de la mécanique des roches. Le contrôle ou l'évitement des coups de toit et des éruptions brusques des gaz et des roches, sont les problèmes spéciaux dans les mines de potasse de la RDA. Durant les vingt dernières années, l'augmentation de la production a conduit à une rapide extension des panneaux abattus et aussi à une accélération d'avancement des conséquences de l'exploitation ressortissant à la mécanique des roches, mais encore un accroissement des dangers inhérents. La réduction des pertes et particulièrement la réadaptation de la technologie d'exploitation aux machines à grande puissance d'opération, sans rails, ont rendu nécessaire l'introduction de nouvelles méthodes d'exploitation aux paramètres les plus favorables. La recherche fut considérablement intensifiée depuis 1958 pour résoudre les problèmes de mécanique de roche. Les recherches suivantes furent d'un intérêt particulier : les investigations de mécanique de roche et de rhéologie au laboratoire, en relation avec des investigations mathématiques sur la portance des piliers, ainsi que sur l'état et la distribution des contraintes dans le voisinage des excavations souterraines. Ces travaux sont complétés par des mesures dans le domaine de la géométrie souterraine, dans les trous de sonde par des mesures sismiques et par des essais in situ et à grande échelle. Ces travaux constituent le préalable à l'introduction de nou-

velles méthodes avec paramètres optimaux. De plus, ces travaux combinés avec des méthodes statiques d'équivalence, des essais, et effectués dans les conditions d'exploitation minières ont rendu possible le contrôle efficace des coups de toit et ont augmenté la sécurité dans les mines.

Biblio. : 37 réf.

Résumé de la revue.

IND. **D 231** Fiche n° **55.975**

V. SIBEK, I. SKLENAR, J. SIMANE, E. BEK, J. BUBEN, J. JELINKOVA, L. STRAGIOTTI, G. RATTI, E. ARMANDO et F. FELTRIN. La recherche sur les coups de charge dans la mine de Raibl. — **VIe Congrès International de l'Industrie Minière,** Madrid 1970, 1/6 juin. Communication III-D 4, 13 p., 10 fig.

Une année de recherches, à la mine de Raibl, effectuées avec des méthodes géophysiques et de déformation, complétées par des essais de laboratoire, a montré plusieurs corrélations et a permis de mieux connaître les processus de déformation et de fissuration dans le massif rocheux sous l'influence de l'activité minière. Le caractère du déroulement des impulsions séismo-acoutique dépend très étroitement de l'activité minière. Après les tirs ou après les coups de charge, ce caractère est typique de l'affaiblissement des impulsions dans les roches. La valeur fondamentale du nombre horaire des impulsions se maintient pendant un temps assez long dans une région donnée de la mine, si l'activité minière est régulière. De même, l 'analyse de l'énergie des impulsions permet de suivre le déroulement de l'accumulation et du dégagement de l'énergie potentielle, ainsi que d'en juger dans la région observée. Pour le moment il n'a pas été possible de mettre nettement en évidence le caractère de l'activité séismo-acoustique dans la période qui précède les coups de charge parce que, pendant toute la période de la recherche, dans la région de la Veine Aloisui en cours d'observation, le coup de charge typique avec des effets de destruction n'a pas eu lieu. La localisation des impulsions des roches indique une accumulation typique dans certaines parties de la région ainsi que leur déplacement, surtout sous l'influence des tirs et des autres activités minières. Avec les mesures des déformations, il a été possible de suivre le processus de déformation du massif rocheux et d'éclaircir sa corrélation avec les travaux d'abattage. Les déformations totales pendant un certain intervalle de temps sont constituées pour une partie de déformations instantanées, dues à la formation de fissures, qui coïncident avec les tirs et avec les coups de charge aussi. Jusqu'à présent on n'a pas constaté de changements de déformations et de leur vitesse avant les coups de charge; après ceux-ci on a de grandes déformations qui s'affaiblissent régulièrement.

Biblio. : 11 réf.

Résumé de la revue.

IND. **D 24** Fiche n° **56.498**

W. LEHMANN. Messtechnische Ueberwachung der Gleitefügenbreite bei nicht gebirgsverbundenem koaxialem Schachtausbau. *Contrôle par des mesures de la largeur du joint de glissement dans le cas d'un revêtement de puits coaxial sans liaison avec les terrains.* — **Glückauf**, 1970, 15 octobre, p. 1026/1029, 4 fig.

Parmi les tâches imparties aux mesures ressortissant à la technique de l'ingénieur, on relève celle de la mesure indirecte par un procédé électrique de la variation de longueur d'une courte base constituée par un tronçon de droite. Selon la méthode mise au point par la station centrale d'essais des Mines de l'Etat des Pays-Bas, l'auteur procéda à des contrôles de longue durée de l'épaisseur du joint annulaire rempli de bitume, compris entre les 2 gaines cylindriques en béton d'un cuvelage mixte de puits vertical. Les résultats de mesure accusent une précision absolue de 1 cm pour la longueur de la base et une précision relative inférieure à 1 cm pour la variation de longueur de celle-ci.

IND. **D 47** Fiche n° **56.387**

A.MEYER-FREDRICH et W. HOPPSTAEDTER. Betriebserfahrungen mit Schreitausbau und Blasversatz in flacher Lagerung. *Expériences d'exploitation acquises avec le soutènement mécanisé et le remblayage pneumatique utilisés conjointement en plateure.* — **Glückauf,** 1970, 1er octobre, p. 984/992, 17 fig.

Au puits Nordstern, 40 % en moyenne des tailles en plateure sont remblayées. Pour l'exploitation de la couche Zollverein 2/3 (ouverture totale 2,80 m), on a prévu en plus du soutènement mécanisé la mécanisation du remblayage pneumatique. Les équipements mécaniques de la taille comportent donc : 1) Un rabot à pupitre P 68, commandé par deux têtes motrices 2 x 80 kW; vitesse de marche 0,65 m/s. 2) Un convoyeur blindé de taille à trois chaînes et à raclettes commandé par deux têtes motrices 2 x 40 kW; vitesse de marche 0,92 m/s. 3) Soutènement mécanisé constitué de cadres jumelés (chacun à deux étançons) type K 60, avec dispositif de progression au mur. 4) La conduite de remblayage asservie au soutènement mécanisé projette latéralement le remblai (par l'intermédiaire de prise type NW 175 mm) et elle se raccorde à la remblayeuse KZ S 150 (installée dans la voie de tête de taille) par l'intermédiaire d'une tuyauterie constituée d'éléments télescopiques. Les auteurs décrivent en détail l'installation de remblayage mécanique et son mode opératoire; elle est conçue en sorte qu'en tout point de la taille on puisse simultanément réaliser le rabotage et le remblayage. Le déroulement de l'exploitation prévoit toutefois

que la taille soit divisée en quatre tronçons (de 50 m) afin de garantir la progression continue en montant, du front de remblayage à partir du pied de taille. A raison d'un régime d'activité de la taille à 4 postes/jour tant d'abattage que de remblayage, la taille produisit 2000 t nettes/jour. Les résultats techniques et financiers correspondant à ce régime sont comparables à ceux récoltés dans les trois meilleures tailles foudroyées, actuellement en service à la Rheinelbe Bergbau A.G. En doublant la production/jour au chantier, cet ordonnancement de la taille a permis de réduire de 50 % le nombre de postes main-d'œuvre consommés journellement au chantier et de 36 % le montant des dépenses y afférentes. En raison de la contraction de 5,17 DM/t dont a bénéficié de ce fait le prix de revient t/taille, on a pu réaliser jusqu'ici une économie de 1,13 Mio. DM. Pour conclure, on analyse les avantages propres du nouveau procédé et on expose les raisons des résultats spectaculaires.

IND. **D 54** Fiche n° **56.463**

W.S. WEAVER et R. LUKA. Laboratory studies of cement stabilized mine tailings. *Etudes de laboratoire sur des stériles de mines stabilisés au ciment.* — **Canadian Mining and Metallurgical Bulletin,** 1970, septembre, p. 988/1001, 21 fig.

L'exploitation souterraine et la préparation mécanique des minerais donnent lieu à la production de beaucoup de stériles fins que l'on tâche d'utiliser dans le remblayage hydraulique. On peut stabiliser ce remplissage en y incorporant 3 à 6 % de ciment Portland, ce qui permet d'épargner du bois et de récupérer des piliers. On incorpore de 10 à 20% de ciment dans les planchers, ce qui améliore encore les conditions et surtout les pertes de minerais par dilution. Cet article décrit de nombreux essais effectués en laboratoire pour consolider des stériles de mines. Des techniques et équipements spéciaux ont été utilisés pour déterminer la résistance à la compression, au cisaillement, la perméabilité et la densité en fonction de l'âge, de la proportion de ciment, de la nature du ciment, de l'addition de pouzzolane, de floculant, de la température, du degré d'humidité, etc... Les résultats des essais sont consignés sous forme de diagrammes et de tableaux synoptiques.

IND. **D 54** Fiche n° **56.464**

G.H. ESPLEY, H.F. BEATTIE et A.R. PASIEKA. Cemented hydraulic backfill within the Falconbridge group of Companies. *Le remblayage hydraulique avec ciment dans le groupe de Compagnies de Falconbridge.* — **Canadian Mining and Metallurgical Bulletin,** 1970, septembre, p. 1002/1010, 11 fig.

Les mines métalliques du groupe de Falconbridge, au Canada, utilisent largement le remblayage hydraulique avec mélange de ciment Portland aux stériles fins. L'automatisation des opérations de remblayage a rendu le procédé très économique et le prix du ciment, variable suivant les régions, influence fortement le prix de revient. Pour la consolidation du plancher dans les excavations, le ciment apporte de gros avantages, notamment de fournir une fondation solide au matériel mobile de forage des trous montants. Le boisage est à peu près éliminé et la production, ainsi que le rendement, sont améliorés. L'article donne des détails sur les installations de mélange sable-stériles-ciment et sur la mise en place dans le remblayage hydraulique des excavations dans la méthode d'exploitation par abattage et remblayage (cut and fill).

IND. **D 54** Fiche n° **56.465**

P.C. McLEOD et A. SCHWARTZ. Consolidated fill at Noranda Mines Ltd (Geco Division). *Remblayage hydraulique consolidé aux mines de Noranda Ltd (Division Geco).* — **Canadian Mining and Metallurgical Bulletin,** 1970, septembre, p. 1011/1018, 9 fig.

La mine Geco, dans l'Ontario, a des épontes faibles, et au-dessus des tirs de mines, des crevasses s'ouvrent que l'on est obligé de remplir. Ce remplissage se fait avec des déblais que l'on consolide avec du remblayage hydraulique mélangé de ciment et de sable. On consolide également les bancs de roches avec des bouts de câbles introduits dans des trous de sondes, agissant comme des boulons de toit. Leur extrémité est munie d'une sorte d'ancrage, constitué d'un bout de tube dans lequel on coule du zinc, scellé au fond du trou par un coin en bois. Le trou est en outre cimenté. Le minerai sulfuré de cuivre, zinc, plomb, avec un peu d'argent et d'or, est en filon presque vertical de 18 m de largeur sur 750 m de longueur. L'article décrit les exploitations dans les différents blocs et les opérations de soutènement et de remblayage des excavations.

IND. **D 54** Fiche n° **56.466**

W.R. CLEMENT et R. SOKOLOSKI. Pumping cemented backfill. *Le pompage du remblai hydraulique mélangé de ciment.* — **Canadian Mining and Metallurgical Bulletin,** 1970, septembre, p. 1019/1027, 11 fig.

Le remblayage hydraulique au moyen de sable additionné de ciment se pratique ordinairement en utilisant simplement la gravité, le mélange arrivant par des tuyauteries venant de la surface. Dans la mine Thompson de l'International Nickel, Manitoba, les exploitations s'étendent assez loin des puits et il n'est pas possible d'appliquer ce procédé, à moins de creuser un nouveau puits. Aussi a-t-on décidé d'installer une station de pompage souterraine. Le problème consistait à tenir

compte des conditions suivantes : 1) Hautes pressions - emplacement - résistance - 2) Densité - l'efficacité du remblayage demandant une certaine densité - 3) Dépôt intempestif et prise du ciment causés par des pannes ou des irrégularités de fonctionnement - 4) Abrasion - 5) Nécessité d'une certaine souplesse de fonctionnement. On a installé 6 pompes en séries revêtues intérieurement de caoutchouc et pourvues de dispositifs de contrôle de pression et de vitesse. Les caractéristiques de ces pompes comprennent : débit 3 m^3/min à 24 m de hauteur manométrique de mélange à 1,7 de densité, 1050 tours/min, centrifuges, horizontales. L'installation de mélange, dont on donne la description, est à la surface.

IND. **D 710** Fiche n° **55.956**

D.F. COATES et T.S. COCHRANE. Development of design specifications for rock bolting from research in canadian mines. *Travaux de recherche dans les mines canadiennes et développement de spécifications de plan pour le boulonnage de la roche.* — **VIe Congrès International de l'Industrie Minière,** Madrid 1970, 1/6 juin. Communication III-B 4, 12 p., 6 fig.

Les facteurs pris en considération par les auteurs sont : 1) classification des roches; 2) choix d'un acier pour le boulon; 3) dimension de la plaque de support; 4) calcul de la longueur et de l'espacement des boulons; 5) limites d'emploi des méthodes d'installation; 6) contrôle du système. Les auteurs présentent quelques-uns des résultats les plus importants récoltés après des années d'expériences. On a observé que différentes coquilles d'ancrage construites suivant des principes mécaniques identiques peuvent avoir des caractéristiques d'ancrage très variables en roches peu résistantes. Dans ces dernières, les caractéristiques du boulonnage s'améliorent avec la longueur active de la coquille. Plus le ∅ du trou est petit par rapport au ∅ de la coquille, meilleures sont les conditions d'ancrage. Quand l'ancrage mécanique ne peut satisfaire les conditions imposées pour l'installation, on devra recourir à l'ancrage à base de résine. Les caractéristiques de l'ancrage peuvent varier avec le temps puisque les propriétés des roches en font autant. De plus le temps nécessaire à l'installation du boulon doit être pris en considération, car des déformations dangereuses peuvent prendre place rapidement. Il y a une certaine corrélation entre le couple de serrage et la tension dans le boulon. Le reserrage après un certains temps peut donner de bons résultats. Il est difficile d'assurer une tension uniforme de tous les boulons même lorsqu'ils sont serrés à la main. Dans une aire boulonnée, la distance entre boulons ne doit pas dépasser leur longueur. Le contrôle du système est utile pour vérifier son comportement; parmi les techniques employées, les instruments de contrôle les plus efficaces sont les dynamomètres à tampon de caoutchouc, les extensomètres ou trous de sonde, les tringles de fermeture automatique et les clés de torsion.

Biblio. : 32 réf.

E. TRANSPORTS SOUTERRAINS.

IND. **E 122** Fiche n° **56.560**

K. BECKMANN. Single chain conveyors. Operating experience in Germany. *Convoyeurs à une seule chaîne. Expériences d'emploi en Allemagne.* — **Colliery Guardian, Annual Review of the Coal Industry,** 1970, septembre, p. 103/110, 7 fig.

L'article décrit les caractéristiques des types de convoyeurs blindés légers, moyens et lourds, avec les parties qui les composent. Il donne les raisons qui justifient l'installation de convoyeurs à chaîne unique et fournit des données techniques sur la section des éléments du convoyeur et le diamètre des anneaux de chaînes, leur résistance, leurs qualités. Il étudie ensuite la distribution de la charge sur les chaînes, le mode d'attachement central des éléments de convoyeur, la transmission de la force de traction aux chaînes et les phénomènes de friction en rapport avec la vitesse. On signale la construction par la firme Westfalia de convoyeurs blindés à double chaîne centrale et à triple chaîne, qui peuvent présenter certains avantages particuliers. Le convoyeur à une seule chaîne est à recommander pour les longueurs inférieures à 100 m avec courbes. La construction d'éléments (chenaux) adaptables à une, deux ou trois chaînes est souhaitable.

Biblio. 6 réf.

IND. **E 43** Fiche n° **56.490**

W. SLONINA et H. HUPFER. Messeinrichtungen für die an Schachtförderanlagen auftretenden dynamischen Beanspruchungen. *Dispositifs de mesure visant à mesurer les sollicitations dynamiques se produisant sur le matériel d'extraction.* — **Glückauf-Forschungshefte,** n° 5, 1970, octobre, p. 246/256, 15 fig.

Critères de qualité imposés à une main courante destinée à effectuer la mesure des efforts exercés tant sur les parties fixes que mobiles, au cours de la translation le long du puits. Description de l'équipement technique de mesure. Schéma électrique d'ensemble auquel on recourt pour l'enregistrement des valeurs mesurées. Etalonnage préalable et considérations relatives aux erreurs. Rouleaux utilisés comme organes « palpeurs » pour la mesure tant des amplitudes de vibrations que des accélérations horizontales de la cage.

Biblio. 5 réf.

IND. **F 231** Fiche n° **56.483**

X. Accident du 4 février 1970 au Siège 6 de Fouquières (Houillères du Bassin du Nord et du Pas-de-Calais). (Coup de grisou, 16 tués, 11 blessés). — **Annales des Mines** (France), 1970, septembre, p. 5/14, 7 fig.

Coup de grisou qui s'est produit à l'étage 600 m, dans le chantier de traçage d'Albert, ventilé par aérage secondaire (canars de 500 mm) et dont la prise d'air s'effectue sur le bouveau H 22, où circule un courant d'air frais de 10 m³/s. L'explosion survint entre 6 h 50 et 7 h, alors qu'aucun homme ne se trouvait dans le traçage; les 16 victimes décédées le furent par le souffle de l'explosion, par suite du choc de leur corps qui a été projeté contre les divers obstacles du bouveau. Le 4 février 1970, dans l'interposte, un électricien et un ouvrier avaient commencé vers 5 h à procéder au remplacement du ventilateur de 10 cv alimentant les canars d'aérage du chantier par un ventilateur de 20 cv; la mise en place de ce dernier était terminée vers 6 h 45. Au moment où l'explosion survint, le courant n'avait pas encore été réenclenché sur le transformateur alimentant, en basse tension, ce ventilateur et il est certain qu'aucune installation du chantier ne se trouvait sous tension non seulement dans le traçage, mais également dans le bouveau. Au stade actuel de l'enquête, il semble bien que l'explosion ait été provoquée par l'arrachage d'un ancrage du monorail de desserte du front du traçage, sous l'effet de la traction du treuil à air comprimé s'exerçant sur un chariot bloqué. Des études sont en cours pour vérifier si cette hypothèse doit ou non être retenue.

F. AERAGE. ECLAIRAGE. HYGIENE DU FOND.

IND. **F 415** Fiche n° **56.497**

W. EXTERNBRINK. Betriebserfahrungen bei der Staubbekämpfung mit festen hygroskopischen Salzen. *Expériences d'exploitation dans la lutte contre les poussières à l'état de sels hygroscopiques solides.* — **Glückauf**, 1970, 15 octobre, p. 1020/1026, 6 fig.

La méthode d'épandage de sel en poudre développée en 1965 en vue de la consolidation des poussières dans les voies d'exploitation a continué à se perfectionner au cours des dernières années, en particulier par la mise au point de la poudre Montan S. Par celle-ci, les inconvénients de la grande aptitude de la poudre de sel à se laisser emporter par le courant d'air et sa faible capacité adhésive ont été éliminés par l'addition de NaCl. Par ailleurs, le NaCl ajouté selon la méthode de Beeckerwerth constitue un support pour le sel actif et contribue efficacement au mécanisme de la mise en solution hygroscopique; le pouvoir élevé de liaison ainsi obtenu ne s'altère pas avec le temps. L'épandage de la poudre de sel au NaCl ajouté peut s'effectuer dans les voies de retour d'air, à 50 ou 100 m de la taille, pendant les jours de la semaine, sans gêner le personnel occupé. Faibles frais de transport - vu que contrairement aux pâtes de sel, on ne doit mettre en mouvement aucune charge morte - et dépenses d'investissements réduites sont les caractéristiques essentielles du procédé à la poudre de sel. Pour le puits Heinrich Robert, les dépenses afférentes à l'application de la nouvelle méthode de consolidation des poussières décrites se sont élevées en 1969 à 0,17 DM/t nette. A noter que, pour la lutte primaire contre les poussières dans les tailles, où on procède à l'abattage du charbon par tir à l'explosif, on utilise pour le bourrage à l'eau des mines des cartouches au CaC12. On a pu ainsi accroître l'effet de consolidation de 20 à 30 % pour les poussières respirables et d'environ 50 % pour les poussières globales. L'addition de NaCl permet de réduire les quantités d'eau d'injection requises sans exercer d'influence sur la liaison des poussières. Dans la mesure où l'addition de CaC12 agit contre l'évaporation, il importe de continuer ultérieurement les mesures et les études en cours.

Biblio. 11 réf.

H. ENERGIE.

IND. **H 5511** Fiche n° **56.488**

W. WOERMANN. Die Prüfung schlagwetter- und explosionsgeschützter Gehäuse der Schutzart « Druckfeste-Kapselung ». *L'essai des carters antidéflagrants et à l'épreuve de l'explosion, du type de protection « Blindage résistant aux pressions internes ».* — **Glückauf-Forschungshefte**, n° 5, 1970, octobre, p. 226/232, 12 fig.

Critères de jugement imposés aux carters. Détermination du jeu limite (fente) et de la pression d'explosion maximale pour les principaux gaz. Importance de la pression initiale, de la longueur et de la largeur de la fente, considérées comme paramètres de la sécurité pour la résistance disruptive (rigidité diélectrique). Détermination des limites de la résistance disruptive. Influence exercée sur le jeu (largeur de fente) par l'emplacement où l'étincelle naît. Jeu effectif pour une pression d'explosion maximale.

Biblio. 6 réf.

I. PREPARATION ET AGGLOMERATION DES COMBUSTIBLES.

IND. **I 13** Fiche n° **56.509**

A.R. MacPHERSON, P.B. DETTNER, G.M. MEISEL et B.S. CROCKER. Autogenous grinding picks up

speed. *Le broyage autogène gagne de la vitesse.* — **Mining Engineering,** 1970, septembre, p. 76/81.

Les auteurs exposent les enseignements de leur expérience dans le domaine du broyage autogène qui atteint un succès grandissant. Un premier article : « les broyeurs en révolution » expose les avantages du concassage et broyage autogène sec et humide et leurs cas d'application. Le deuxième «comment choisir un broyeur pour gagner un million de dollars » donne les raisons du choix orienté surtout par les caractéristiques du minerai et le calibrage du produit. Le troisième « pourquoi les pratiquants du broyage préfèrent les géants », détaille les raisons qui font adopter des broyeurs d'une puissance de plus de 2000 cv. Enfin, le quatrième « le broyage autogène autour du monde » montre l'emploi généralisé des broyeurs opérant directement sur le tout-venant de la mine ou avec galets, de préférence aux broyeurs à boulet ou à barres. Il cite de nombreux exemples d'applications avec leurs données caractéristiques.

IND. **I 9** Fiche n° **55.942**

M.A. BULLET. Intérêt des méthodes de traitement à sec pour l'enrichissement des minerais. — **VIe Congrès International de l'Industrie Minière,** Madrid 1970, 1/6 juin. Communication II-B 7, 10 p., 11 fig.

Les méthodes de traitements à sec n'ont pas, jusqu'à présent, fait l'objet de réalisations industrielles nombreuses et importantes. D'une part, les traitements par voie humide, plus anciens généralement, sont mieux connus et bien au point. D'autre part, la minéralurgie à sec entraîne certaines contraintes. La préparation mécanique doit être soignée, la plupart des procédés à sec ne tolérant que rarement les particules inférieures à 20 microns. Dans cet ordre d'idées, les broyages autogènes avec impact et classification pneumatique donnent satisfaction. La manutention des produits secs et pulvérulents met en jeu des techniques et des appareils particuliers. La minéralurgie à sec, dans les pays désertiques, peut permettre la mise en valeur de gisements minéraux très divers. Sous des climats plus humides, elle peut, dans de nombreux cas, compléter les techniques de traitement plus habituelles et même les supplanter.

Résumé de la revue.

Y. CONSTITUTION, PROPRIETES ET ANALYSE DES COMBUSTIBLES SOLIDES FOSSILES.

IND. **Y 21** Fiche n° **56.523**

P.A. HACQUEBARD et J.R. DONALDSON. Coal metamorphism and hydrocarbon potential in the Upper Paleozoic of the Atlantic Provinces, Canada. *Métamorphisme du charbon et hydrocarbures en puissance dans le Paléozoïque Supérieur des Provinces Atlantiques, Canada.* — **Canadian Journal of Earth Sciences,** Vol. 7, n° 4, 1970, p. 1139/1163, 10 fig.

On utilise le rang d'un charbon pour mesurer le degré de métamorphisme organique, notion qui revêt une grande importance pour le potentiel en hydrocarbures d'une région. Le rang est déterminé à partir des couches de charbon proprement dites et des inclusions charbonneuses dans les roches gréseuses en mesurant la réflectance de la vitrinite. C'est à cette fin que les auteurs examinèrent un grand nombre d'échantillons prélevés dans presque toute la région à sédiments du Paléozoïque supérieur de la zone Atlantique et à partir des résultats mesurés, ils établirent une carte de courbes « iso-réflectance ». Une telle figuration fait apparaître un modèle distinct de métamorphisme régional qui reflète le développement tectonique de la région. Les gisements connus de pétrole et de gaz naturel coïncident avec les zones de moindre rang. Dans la région étudiée, la houillification s'avère d'une manière prédominante, être postérieure à la déformation ayant été causée par la profondeur maximale d'enfouissement qui exista après le plissement. Dans les charbons de rang élevé, l'accroissement observé dans le rang en fonction de la profondeur peut être mesuré avec précision par la réflectance Ro. Pour ces charbons, différentes valeurs du facteur Ro-profondeur furent relevées dans différentes aires, ce qui semble résulter des différents gradients géothermiques. Dans les charbons de faible rang (au-dessous de 62 % de C fixé), le paramètre de réflectance n'est utile que pour la délimitation des grandes zones à rang donné et des pronostics de rang précis en profondeur en peuvent être établis à partir d'observations à la surface. Toutefois, sur les carottes de sondages, on peut mesurer le rang par la réflectance. Ceci a été effectué sur 8 forages de reconnaissance et a abouti à déterminer approximativement la position verticale du « niveau mort » pour le pétrole eu égard au degré de métamorphisme organique. Les auteurs discutent les facteurs limitant en prévision d'une exploration subséquente le choix de régions prometteuses, avec référence aux changements vertical et régional de rang qu'ils ont observés.

Biblio. 42 réf.

M. COMBUSTION ET CHAUFFAGE.

IND. **M 51** Fiche n° **56.503**

L.J. BRASSER. Luchtverontreiniging in de U.S.A.: Ervaringen tijdens een studiereis. Technische aspecten. *La pollution atmosphérique aux U.S.A. Expériences récoltées lors d'un voyage d'étude. Aspects techniques.* — **De Ingenieur,** 1970, 9 octobre, p. G89/G97, 4 fig.

Au cours de ce voyage d'étude, de nombreuses rencontres avaient été prévues de même qu'un grand nombre de visites de laboratoires et d'institutions. L'auteur décrit les réseaux établis pour la mesure de la pollution atmosphérique, ceux-ci s'étalant depuis le réseau local aux réseaux hautement élaborés comportant l'automatisation des mesures et la télétransmission des données. Il décrit certaines méthodes de mesure et accorde une attention particulière à celles permettant de déterminer les teneurs en SO_2 et en oxydes d'azote de l'air. Il passe en revue le travail statistique des informations disponibles. Certains sujets sont traités avec plus de détails, par exemple : la production d'énergie dans la cité de New-York, le contrôle de la fumée des Diesels de cette dernière ville, l'abattement de la pollution atmosphérique due au trafic en Californie, l'éducation en matière de pollution atmosphérique et l'étude de la diffusion des panaches de fumées.

Biblio. 14 réf.

P. MAIN-D'ŒUVRE. SANTE. SECURITE. QUESTIONS SOCIALES.

IND. **P 11** Fiche n° **56.524**

H.T. RAMSAY et C.R. SENNECK. Anti-slip studs for safety footwear. *Clous antidérapants pour chaussures de sécurité.* — **S.M.R.E.,** Research Report n° 274, 1970, 12 p., 1 fig.

Une forte proportion — qui ne fait que croître — des accidents survenant dans les mines britanniques sont causés par la perte d'équilibre de l'ouvrier et il s'avère évident que les glissades jouent un rôle prépondérant dans de nombreux accidents de ce type. De simples mesures effectuées au laboratoire sur la force de frottement existant entre la semelle des chaussures et différents matériaux de sol, sous différentes conditions de surface de contact, montrèrent que certains types courants de chaussures de mineur ne donnent pas une bonne adhérence dans toutes les circonstances. En particulier, bien que les semelles en caoutchouc assurent une excellente adhérence sur des surfaces propres, elles fournissent une adhérence fortement réduite sur des surfaces grasses ou boueuses. Un changement d'adhérence inattendu peut provoquer le dérapage et la chute de l'ouvrier. Les auteurs procédèrent à des essais de chaussures dont les semelles portent des clous (en carbure de tungstène) semblables à ceux qui garnissent les pneus antidérapants sur verglas; ils observèrent une adhérence raisonnable qui, la plupart du temps, reste inaffectée par les conditions de la surface de pose du pied. Les essais de port de telles chaussures cloutées sont encourageants et en voie d'extension : la majorité des porteurs sont enthousiasmés par les propriétés de ces chaussures. De vastes essais sont également en cours sur le danger d'inflammation du grisou par les étincelles de frottement que de tels clous au carbure de tungstène peuvent produire. Il semble résulter de ces épreuves que le danger présenté est du même ordre de grandeur que celui présenté par les bouts (protège-orteils) et autres accessoires en acier équipant les bottines de sécurité. Les auteurs formulent des recommandations concernant, où et comment insérer le clou en carbure sur les chaussures existantes, ainsi que des suggestions relatives à leur développement futur.

Biblio. 3 réf.

Q. ETUDES D'ENSEMBLE.

IND. **Q 1104** Fiche n° **56.496**

D. SCHICK et B. KLINGEN. Abbauplanung als Produktionsprogrammplanung in bergbaulichen Gewinnungsbetrieben. *Planning d'exploitation comme planning de programme de production dans des exploitations minières.* — **Glückauf,** 1970, 15 octobre, p. 1015/1020, 2 fig.

Les auteurs décrivent les éléments d'un modèle de planning d'exploitation retenu pour l'établissement du programme de la production étalé dans le temps. Ils analysent ensuite les diverses étapes à parcourir pour aboutir à la solution. En dernier ressort, les calculs aboutissent à des projets d'une composition ou d'une structure de la production journalière adaptée aux possibilités d'écoulement, ainsi que les quotes-parts, techniquement réalisables, des diverses tailles contribuant à cette production. Ceci revient en fait à déterminer la vitesse d'exploitation de chacune des unités productives pendant un intervalle de temps donné. Les résultats permettent de déterminer, en vue de l'établissement des coûts d'exploitation, les moments de démarrage des tailles de production.

IND. **Q 1120** Fiche n° **55.961**

E. BARRIQUAND. Techniques modernes d'extraction françaises. Evolution - tendances. — **VIe Congrès International de l'Industrie Minière,** Madrid 1970, 1/6 juin. Communication III-B 9, 7 p. Mines et Chimie n° 144, 1970, juin, juillet, août, p. 13/21.

Les dernières années ont vu une mutation fondamentale. - Pour l'extraction des produits, on est passé à la généralisation de l'extraction Koepe multicâble et à la mise au point de convoyeurs en plan incliné à hautes performances. - Pour les circulations de service, le développement de matériels de chantier de plus en plus gros et l'intérêt de la réduction des temps de trajet du personnel ont ouvert l'éventail des solutions par puits ou

descenderies. - Pour la mise en exploitation de gisements nouveaux, la rapidité de réalisation revêt un aspect primordial. L'utilisation d'un puits foré pour atteindre rapidement le gisement est envisagée. Le choix de l'équipement répondant au problème posé, tant au point de vue technique qu'économique, reste fonction des données locales (volume de la production, durée d'étages, nombre d'étages). Dans les puits, l'extraction par skips se développe au détriment de l'extraction par cages, surtout lorsque le trasnport au fond est continu. Le guidage par câbles voit sa faveur augmenter, notamment à cause de la rapidité de sa mise en œuvre. Les machines d'extraction visent à la compacité, facilitée par le système Koepe multicâble et l'adoption du frein à disque. Au point de vue électrique, il faut noter le développement de l'utilisation de redresseurs secs pour l'alimentation des moteurs à courant continu des grosses machines. Cependant, pour les petites machines d'alimentation, le courant alternatif reste moins cher et les progrès de l'électronique permettent d'améliorer la régularisation de vitesse. Dans les circuits de commande, de contrôle et de signalisation, l'équipement statique tend à remplacer le relayage classique. La marche des machines est de plus en plus prévue en automatique. En dehors de leur utilisation répandue pour le transport horizontal au fond, les grands convoyeurs se développent en descenderies, tant comme liaison inter-étages que comme liaison directe avec le jour. Il faut noter aussi à ce sujet les perspectives d'utilisation des couloirs mobiles, notamment actionnés par le moteur linéaire.

IND. **Q 1154** Fiche n° **55.948**

J. KUCHARCZYK, R. BROMOWICZ et Z. MACIEJASZ. Aménagement complexe du district houiller de Rybnik. — **VIe Congrès International de l'Industrie Minière,** Madrid 1970, 1/6 juin. Communication III-A 5, 8 p., 4 fig.

Le bassin houiller de Rybnik, récemment exploré, se situe en Haute-Silésie; il comporte des couches de charbon cokéfiable, à teneur élevée en grisou. Les nouvelles mines de ce district, actuellement en construction, sont totalement mécanisées et sont caractérisées par une forte capacité de production, conséquence du regroupement des concessions minières régionales. Le champ minier d'une mine intégrée, c'est-à-dire approvisionnée par un complexe combiné central, doté d'installations de préparations, de production d'électricité et d'air comprimé, d'ateliers et de magasins, est divisé en mines élémentaires ou sièges comportant des puits individuels d'extraction et de ventilation. Le principe de la concentration est orienté aussi bien vers la découpe géométrique de la mine (blocs, panneaux), vers la détermination des niveaux (hauteur d'étage) et des champs d'exploitation, que vers le chantier, quartier et l'ensemble fond. Le rendement de base prévu est de 10 à 14 t/Hp au chantier et de 3 à 5 t/Hp pour l'ensemble de la mine. La lutte contre le danger du grisou a trouvé une solution, d'une part, par la mise en œuvre d'une ventilation rationnelle et efficace, et, d'autre part, par un dégazage préalable du gisement à l'aide d'un réseau de trous de sonde de captage du grisou. 10 stations de captage sont actuellement en service; la longueur totale du réseau des tuyauteries à gaz atteint 130 km; le gaz capté est utilisé dans des chaufferies de la surface. Des grisoumètres du type ROW-31, installés à demeure à des points judicieusement choisis du fond, possèdent un signal optique qui s'allume lorsque la teneur en CH^4 admissible est dépassée.

IND. **Q 132** Fiche n° **55.941**

M.V. VASILIEV. Tendances fondamentales de la recherche scientifique dans l'industrie minière du fer en URSS (texte en russe). — **VIe Congrès International de l'Industrie Minière,** Madrid 1970, 1/6 juin. Communication II-B 6, 7 p.

Les traits les plus caractéristiques du développement de l'industrie minière du fer en URSS sont les suivants : 1) Développement de préférence de la méthode d'extraction à ciel ouvert, étant donné que celle-ci est considérée comme étant la plus moderne vu le niveau actuel de la technique et de la technologie d'extraction. 2) La construction prioritaire de grandes exploitations minières en se basant sur les progrès les plus récents de la technique mondiale. 3) Augmentation de la profondeur des exploitations tant à ciel ouvert que souterraines. 4) Mise en exploitation de gisements dans des conditions minières et hydrogéologiques compliquées. 5) Mise en œuvre de techniques et technologies modernes dans les mines existantes, en voie de reconstruction ou en construction. A cette fin, on prévoit l'emploi de technologie à cycles de production certains dans certaines mines à ciel ouvert. Par l'utilisation de certains systèmes cybernétiques, on réalisera le télécontrôle automatique associé à l'autodétermination de la gestion optimale de l'exploitation.

IND. **Q 132** Fiche n° **55.974**

P.L. SALLE, A. BONETTI et G. VAIANI. Cimentation totale des remblais : facteur déterminant pour une exploitation rentable d'un amas de pyrite. — **VIe Congrès International de l'Industrie Minière,** Madrid 1970, 1/6 juin. Communication III-D 3, 10 p., 9 fig.

La cimentation intégrale et généralisée des remblais a représenté un tournant décisif pour la mine de Gavorrano. L'allure du fond en a été totalement transformée tant dans les chantiers

que dans les voies d'exploitation, de recoupe et autres. Une telle amélioration de la tenue des ouvrages a sensiblement amélioré les conditions d'environnement. Le personnel qui a réalisé l'importance de cette innovation, a donné sa collaboration totale pour l'exécution des divers programmes. Les résultats obtenus ont été conformes à l'attente. Cependant, il est trop tôt pour connaître des données définitives sur les rendements et les avantages provenant de l'introduction de cette nouvelle méthode. On pense qu'à l'avenir, quand on aura cimenté un nombre bien plus élevé de tranches, on pourra obtenir des vides beaucoup plus grands que ceux réalisés jusqu'à présent. Il sera alors possible d'utiliser des machines de forage et de chargement d'une puissance de plus en plus élevée, ce qui permettra une forte augmentation ultérieure des rendements d'exploitation. La consommation de bois, qui autrefois constituait un problème aussi bien par son coût qu'en raison du transport aux divers fronts, baissera de plus en plus. La détermination des pressions aura une importance fondamentale, car elle permettra d'exécuter les travaux de chantier avec un maximum de sécurité pour les mineurs. La cimentation des remblais appliquée aux conditions difficiles de la mine de Gavorrano a rendu l'exploitation rentable. L'exemple cité illustre une technique nouvelle à adopter dans des gisements à minerai peu consistant et de poids spécifique élevé, dont l'exploitation doit être assurée par remblayage.

Résumé de la revue.

IND. Q 133 Fiche n° **56.403**

R.J.M. WYLLIE. Why Gecomines is a world leader in copper and cobalt hydrometallurgy. Accurate and continuous PH control is leaching key which leach solution clarification ahead of electrowinning. *Pourquoi la Gécomines est en tête en hydrométallurgie du cuivre et du cobalt. Un contrôle exact et continu du PH est la clef de la dissolution avec la clarification en tête de l'électro-épuration.* — **World Mining**, 1970, septembre, p. 42/47, 9 fig.

La Gécomines du Katanga a produit en 1969, 400.000 t de cuivre et plus de 10.000 t de cobalt, dont 75 % par électro-épuration. Huit mines produisent des minerais de natures diverses oxydés ou sulfurés, dont 5 sont exploitées à ciel ouvert et 3 souterrainement. Le traitement le plus largement utilisé est la dissolution, relevant de l'hydrométallurgie, mais la fusion au haut fourneau est également pratiquée. L'article fournit la description des opérations dans les installations de traitement avec schémas explicatifs : concentra-hydrométallurgie du cuivre et du cobalt, électrolyse etc. Il insiste sur l'importance du contrôle du PH dans le procédé de dissolution. Ce contrôle est organisé avec une station centrale. Les réserves de minerais du Katanga sont encore énormes, mais il est certain que les teneurs auront tendance à diminuer. Aussi prévoit-on pour l'avenir des installations nouvelles tant pour augmenter les moyens de production que pour développer les installations de traitement.

IND. Q 134 Fiche n° **55.977**

W.R. HORN et A.R. PASIEKA. Technical trends and developments in Canadian mining. *Développements et tendances des techniques de l'industrie minière canadienne.* — **VIe Congrès International de l'Industrie Minière,** Madrid 1970, 1/6 juin. Communication III-D 6, 9 p., 7 fig.

Dans une première partie, les auteurs décrivent la situation actuelle de l'industrie minière au Canada, s'attachant à souligner son extraordinaire développement, en un temps assez court, et la diversité des produits obtenus dans des conditions minéralogiques, géologiques, géographiques, climatiques et minières les plus variées. Suit l'exposé détaillé, vu sous l'angle de la critique, des principales méthodes d'exploitation appliquées actuellement à savoir : le « Cut and fill » (ou méthode par tranches et remblai) qui intervient pour 90 % dans l'ensemble, méthode descendante par tranches avec remblayage du toit (utilisation de remblai hydraulique cimenté, préparé à partir de déchets de flottation), la méthode à chambre-magasin (avec soutirage à la base), la méthode des longues chambres, etc... Les auteurs analysent les éléments fondamentaux de chacune de ces méthodes, les équipements mécanisés qu'elles utilisent, les facteurs à la base de leur succès, leurs avantages et inconvénients. Pour conclure à partir de l'exérience qu'ils ont acquise, ils esquissent les grandes lignes de l'évolution future.

Biblio. : 22 réf.

R. RECHERCHES. DOCUMENTATION.

IND. R 114 Fiche n° **55.979**

E. GARTNER. Die Entwicklung des rheinischen Braunkohlenreviers, ein Beispiel für die Synthese von unternehmerischer Entscheidung und wissenschaftlicher Forschung. *Le développement du district des mines de lignite rhénan, un exemple pour la synthèse de la décision prise au niveau des entreprises et de la recherche scientifique.* — **VIe Congrès International de l'Industrie Minière,** Madrid 1970, 1/6 juin. Communication III-D 8, 13 p., 12 fig.

Dans le cadre de l'extension et de l'approfondissement des mines de lignite rhénanes, l'auteur met l'accent sur les résultats bénéfiques de recherches effectuées en collaboration ordonnée par les Universités techniques, les instituts de recherche miniers, les firmes constructrices et les exploitants

de mines. Tandis que les Universités et les Instituts de Mines s'occupaient de recherches fondamentales (telles que mécanique des roches, stabilité des talus, géohydrologie, etc...), les experts des mines recherchaient les conditions optimales de l'exploitation et ceux de l'industrie, l'amélioration des équipements techniques. Les principaux résultats de cet ensemble de recherches se sont concrétisés comme suit : 1) Installation d'un réseau de puits de drainage et d'assèchement jusqu'à une profondeur de 500 m, avec pompes immergées de 1200 km débitant 15 m^3/min. 2) Excavatrices à roue ou à chaîne à godets, capables d'enlever 100.000 m^3/jour, à partir d'un front de développement sur 100 m. 3) Portique d'évacuation et de mise en talus des déblais, d'une portée supérieure à 100 m. 4) Convoyeurs à bande de grand débit (3 m^3/s) (alimentés par les excavatrices) pour le chargement en wagons à 8 essieux de 96 m^3 de capacité (180 t). 5) Installation en surface de transporteurs à large bande, capables d'un débit de 8000 m^3/h et dont la tension de la bande atteint 140 t. La plupart du temps, la marche de telles courroies est automatisée. 6) Après exploitation, restauration des sites miniers abandonnés et remise en culture des terres.

Biblio. : 27 ref.

IND. **R 116** Fiche n° **55.927**

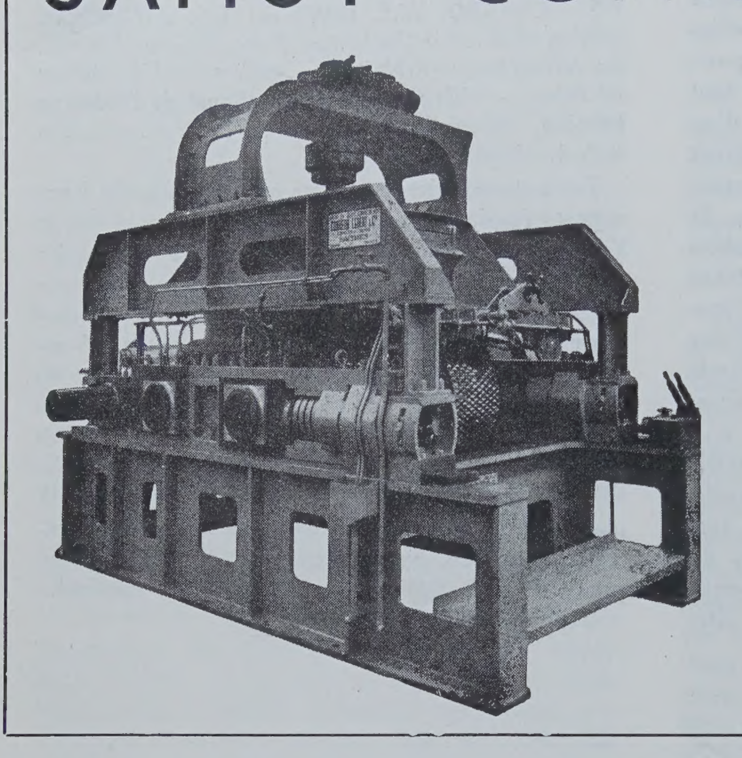
T.E. HOWARD, W.E. LEWIS et T.C. ATCHISON. Mining research in the United States Bureau of Mines. *La recherche en exploitation minière au US. Bureau of Mines.* — **VI**[e] **Congrès International de l'Industrie Minière,** Madrid 1970, 1/6 juin. Communication II-A 1, 13 p., 12 fig.

Les auteurs décrivent sous quelques-uns de leurs aspects fondamentaux les objectifs, le contenu et l'organisation du programme de la recherche d'exploitation. En tant que contributions effectives ou potentielles à l'avancement de la technologie d'exploitation minière, ils exposent et discutent quelques-unes des études scientifiques de base, actuellement en cours, se rapportant aux 5 domaines partiels ci-après des systèmes d'exploitation : 1) Désagrégation des roches. 2) Contrôle des terrains. 3) Contrôle du milieu de travail, c'est-à-dire à l'environnement (méthane, température, poussière, hydrométrie). 4) Traitement des matériaux. 5) Déliénation du gisement minéral.

Biblio. : 40 réf.

ANCIENS ETABLISSEMENTS

SAHUT - CONREUR & C[IE]



TOUT LE MATERIEL D'AGGLOMERATION
PRESSES A BOULETS DE TOUTES PRODUCTIONS

•

PRESSES A BRIQUETTES
SECHEURS - BROYEURS
DOSEURS - APPAREILS DE MANUTENTION

•

FRETTES MOULEUSES DE RECHANGE DE PRESSES A BOULETS POUR BOULETS ORDINAIRES OU POUR BOULETS RATIONNELS BREVETES S. G. D. G.

•

CRIBLES VIBREURS
MECANIQUE GENERALE

MATERIEL DE MINES
TAILLAGE D'ENGRENAGES - LIMES

---

connaissez-vous tous les départements PRB ?



Département Mousses
mousses de polyuréthane souples, rigides et réticulées pour isolation thermique et acoustique, literie, garnissage, filtre à air, réservoir à essence, doublure de vêtement, emballage.

Département Chimie
produits antirouille, stabilisateur de bière, colles et mastic spéciaux, extraits de houblon, nitrocellulose, carboxymethylcellulose, régulateur de croissance, acide tannique, produits phytopharmaceutiques.

Département Mécanique
— pièces mécaniques estampées et extrudées,
— décolletage et emboutissage de tous métaux,
— articles de quincaillerie et de ménage,
— maisons préfabriquées.

Département Explosifs
— explosifs et accessoires pour mines, carrières, grands travaux,
— cartouches de chasse,
— poudres de chasse et militaires.

Département Défense
— munitions d'artillerie, mines et grenades,
— explosifs militaires.

Département Engineering
étude, construction et gestion d'usines vendues « clé sur porte ».



s.a. **PRB**
avenue de Broqueville 12
1150 - Bruxelles.
Belgique

Imprimerie R. LOUIS, s.p.r.l., rue Borrens 35-43, 1050 Bruxelles
Drukkerij R. LOUIS, p.v.b.a., Borrensstraat 35-43, 1050 Brussel